

COLEÇÃO
CADERNOS DA AMAZÔNIA
SÉRIE PESQUISA

HIDROLOGIA DA AMAZÔNIA

Paulo Afonso Fischer Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros De Souza
Renato Cruz Senna



Edições
Governo do Estado



COLEÇÃO
CADERNOS DA AMAZÔNIA
SÉRIE PESQUISA

HIDROLOGIA DA AMAZÔNIA



CULTURA
Secretaria do Estado

Av. Sete de Setembro, 1546
69005-141 – Manaus-AM-Brasil
Tels.: (92) 3633.2850 / 3633.3041 / 3633.1357
Fax.: (92) 3233.9973
E-mail: cultura@culturamazonas.am.gov.br
www.culturamazonas.am.gov.br

Paulo Afonso Fischer Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros De Souza
Renato Cruz Senna

HIDROLOGIA DA AMAZÔNIA



COLEÇÃO
CADERNOS DA AMAZÔNIA
SÉRIE PESQUISA

CULTURA
Edições
Governo do Estado

COORDENAÇÃO EDITORIAL
Antônio Auzier Ramos

PROJETO GRÁFICO
KintawDesign

CAPA
Fred Teixeira

REVISÃO
Cláudia Adriane Souza

FICHA CATALOGRÁFICA
Diretoria de Gestão da Informação

K96h Kuhn, Paulo Afonso Fischer; Dallarosa, Ricardo Luiz Godinho; Souza, Everaldo Barreiros de; Senna, Renato Cruz.

Hidrologia da Amazônia dos Rios da Amazônia./Paulo Afonso Fischer Kuhn, Ricardo Luiz Godinho Dallarosa, Everaldo Barreiros De Souza, Renato Cruz Senna. – Manaus: Governo do Estado do Amazonas – Secretaria de Estado da Cultura, 2009.

80 p. (Coleção Cadernos da Amazônia)

1. Hidrologia I. Título

CDD 551.48
22. ed.

A juventude é uma das nossas maiores preocupações. Terá atenção especial com o fomento do esporte, espaços culturais e educacionais que possam assegurar a formação de gerações saudáveis e preparadas a vencer os desafios de um mundo globalizado e competitivo, proporcionando um futuro melhor para as nossas próximas gerações...

Eduardo Braga

Discurso proferido pelo Governador Eduardo Braga
na sessão solene de posse em 1.º de janeiro de 2003.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO

A água antes considerada um recurso ilimitado encontra-se atualmente na pauta das maiores preocupações da humanidade, refletindo uma realidade que até alguns anos atrás se acreditava bastante distante. Dados da UNESCO apontam que 18% da população mundial, cerca de 1,1 bilhão de pessoas, não têm acesso ao fornecimento regular de água. Enquanto o número de habitantes cresceu mais de 30 vezes nos últimos dois mil anos, a quantidade de água na Terra permaneceu inalterada. A situação adquire contornos ainda mais graves se considerarmos que seu uso relativo (quantidade per capita) tem crescido vertiginosamente e que as atividades humanas têm contribuído para gerar novas e importantes formas de poluição constituindo sérias ameaças aos mananciais existentes. Em um artigo de 1993, de responsabilidade da Organização das Nações Unidas (ONU), ficou estampado que para cada mil litros de água utilizada pelo homem resultam 10 mil litros de água poluída. Alguns analistas chegam a considerar a possibilidade de que as guerras nos próximos 50 ou 100 anos poderão ser motivadas por disputas pela posse e uso da água. A preocupação não se restringe, portanto, apenas à sua conservação, mas também à sua distribuição e posse. Essa preocupação deve merecer especial atenção da humanidade uma vez que este recurso é um bem fundamental para a vida e acha-se muito

mal distribuído no planeta. A América do Sul, em especial a Amazônia, detém uma grande parcela da água doce disponível no mundo, daí a importância de se conhecer sua hidrologia a fim de poder-se planejar com responsabilidade seu uso sustentável.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

RESUMO

A Amazônia, distribuída por nada menos que nove países da América do Sul, possui a maior bacia hidrográfica do planeta – a Bacia Amazônica – a qual reúne alguns dos maiores rios do mundo, quer seja em extensão ou em volume d'água, sendo responsável por cerca de 20% do deflúvio médio global nos oceanos. Sua localização eminentemente tropical concede-lhe a notabilidade dos seus recursos hídricos e sua abrangência – em ambos os hemisférios – faz com que seus milhares de tributários estejam submetidos a pelo menos dois ciclos sazonais distintos. Realizamos, aqui, uma compilação de inúmeras informações obtidas em diversas fontes (internet, bibliografia) apresentando as principais características da sua hidrologia. Procurou-se explorar os aspectos hidrológicos em diferentes escalas desde a dimensão global até o contexto regional. Para tanto, fez-se o uso de tabelas (8), gráficos (5) e figuras (41), acompanhados de textos curtos e ilustrativos. Inicialmente descreveu-se um breve histórico sobre como surgiram os continentes e as transformações ocorridas em tempos pretéritos, que levaram à formação do relevo da América do Sul e, por conseqüência, abordando a origem do escoamento dos rios amazônicos. A seguir, procedeu-se a uma avaliação da hidrosfera a partir da distribuição das águas no mundo – com seus respectivos períodos de renovação – e da distribuição da água doce nos seus distintos compartimentos. Foi realizada uma

contextualização de escala analisando-se a distribuição relativa dos recursos hídricos renováveis no mundo e a disponibilidade hídrica por continente. Apresentou-se a dinâmica de uso da água no mundo por continente e encerrou-se essa avaliação apresentando o balanço hídrico global anual e o balanço hídrico anual por continente, representando os principais processos do ciclo hidrológico (evaporação, precipitação e escoamento) nos oceanos e continentes. Destacou-se o cenário internacional da Bacia Amazônica, abordando-se os países por onde a mesma se distribui, suas respectivas contribuições relativas e alguns aspectos específicos. Mais adiante se apresentou a distribuição relativa dos recursos hídricos no Brasil, na escala regional – com algum destaque para a dicotomia disponibilidade/demanda – definindo os divisores que formam as bacias e sub-bacias hidrográficas brasileiras e a distribuição espacial das suas respectivas áreas de drenagem. Realizou-se uma abordagem do regime hidrológico dos rios amazônicos ressaltando brevemente características peculiares como a classificação (tipos) das águas, tipos de foz, potencial hidrelétrico e de navegabilidade dos mesmos. Apresentou-se, quando disponível, as áreas de drenagem das bacias com suas correspondentes descargas (vazões) e deflúvios médios, encerrando-se com a identificação das bacias (e sub-bacias) formadoras da Amazônia Legal que inclui, ainda, partes das bacias do rio Tocantins e do Atlântico Sul (trecho Norte), que formam, com a Bacia do Amazonas, a Amazônia Legal. Nestas, são discriminadas as sub-bacias, seus limites físicos, rio principal e suas particularidades, como extensão, navegabilidade, os principais tributários, suas respectivas medidas de descarga e a pluviometria.

Finalmente, todas as informações obtidas e utilizadas foram organizadas, adicionalmente, numa mídia interativa seguindo um roteiro semelhante ao disposto no texto aqui construído.

ORIGEM

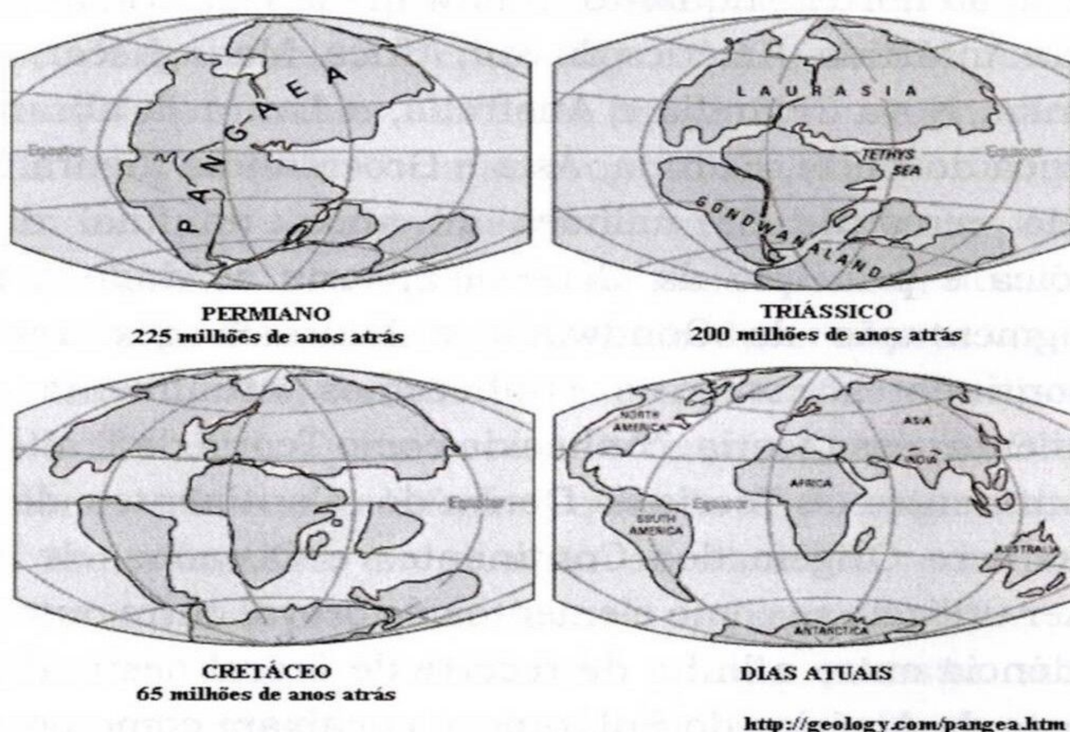


Figura 01 – Cronologia da distribuição dos continentes e oceanos.

A Terra tem idade geológica variando entre os 4,5 e os 5 bilhões de anos. Para se ter uma idéia do que isso representa em relação à existência do homem pode-se considerar que, em se comparando esse tempo com um ano civil, o homem somente teria surgido faltando apenas dois minutos para o ocaso do último dia. A Geologia, ciência que se dedica a Terra, através dos estudos de fósseis e rochas estabeleceu uma divisão cronológica da evolução terrestre, fixando intervalos e limites entre eras, épocas, idades e fases. Segundo o geofísico e meteorologista alemão, Alfred Lothar Wegener (1880 – 1930), há 220 milhões de anos, no transcorrer da era Paleozóica, a Terra era constituída de um único supercontinente – a Pangéia (pan=todo; gea=terra) – e de um único e imenso oceano – o Talassa (ou Pantalassa). Em virtude de forças

internas da Terra, um longo braço de mar teria dividido a Pangéia originando dois continentes: Gondwana, ao sul, e Laurásia, ao norte. Enquanto Gondwana abrangeria as atuais áreas da Antártida, América do Sul, África, Madagascar, Índia, Sri Lanka, Nova Zelândia e Austrália, a Laurásia abrangeria a América do Norte, Europa, Ásia e Groenlândia (figura 01).

Há cerca de 65 milhões de anos, no final da era Mesozóica e princípio da Cenozóica, teria se dado o início da fragmentação de Gondwana e Laurásia que resultou nos continentes como os conhecemos atualmente. Para fundamentar essa teoria, conhecida como Teoria de Translação dos Continentes ou Teoria da Deriva dos Continentes, descrita em seu livro Origem dos Continentes e Oceanos, de 1912, Wegener utilizou-se como elementos de prova, entre outras, da coincidência entre a linha de recorte do litoral oeste africano e do leste da América do Sul, que se encaixam como peças de um grande quebra-cabeça.

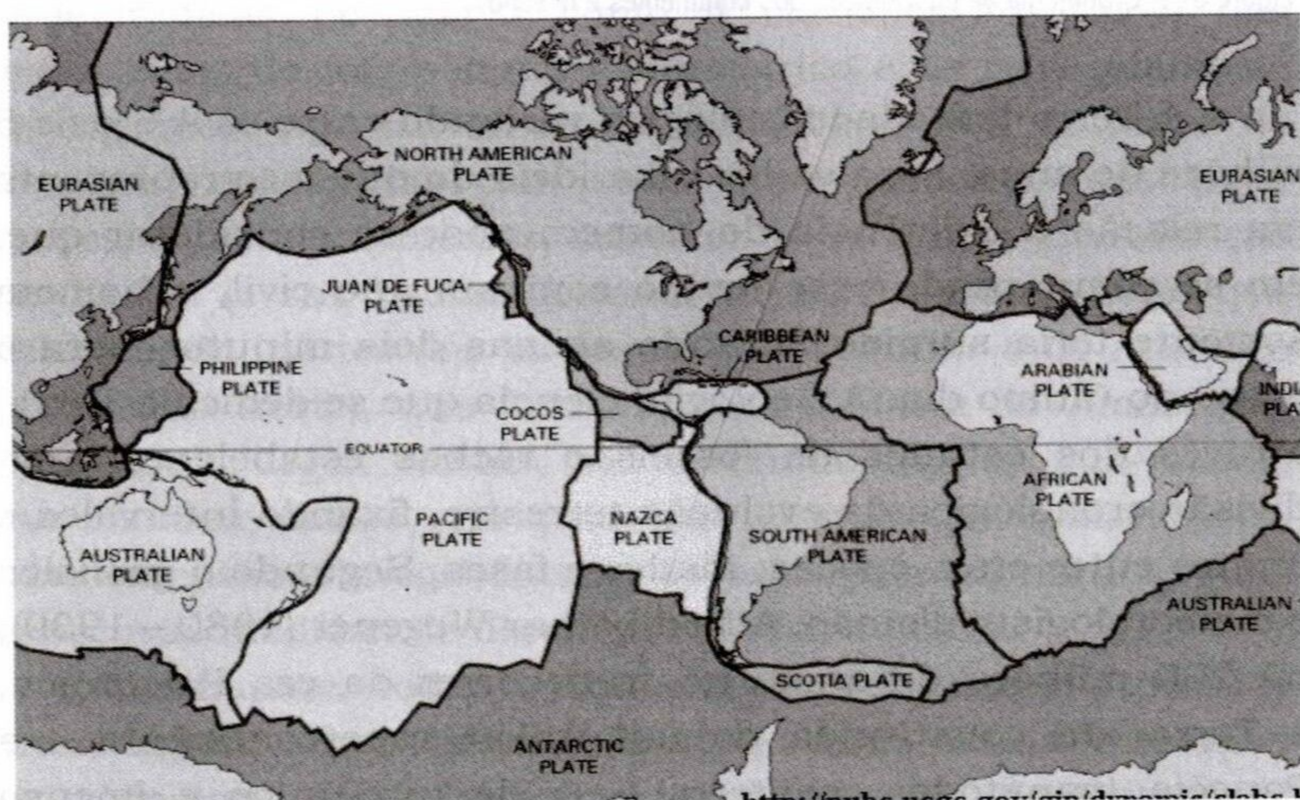


Figura 02 – Placas tectônicas do mundo.

Foi a partir dessa importante teoria que se começou a explicar com propriedade a origem do relevo terrestre. Wegener estava convencido de que os continentes seriam como placas que se deslocavam à deriva (figura 02), tais como balsas rochosas sobre rochas fundidas (magma ou astenosfera). Na medida em que essa teoria se propunha a distribuir o planeta em placas que se movimentavam relativamente umas às outras se abriu a possibilidade de, mais adiante, desenvolver-se a teoria da Tectônica de Placas e descrever-se as causas físicas dos vulcões, terremotos e outros fenômenos sísmicos.

Na sua deriva para oeste, no Terciário, entre o Oligoceno superior e o Mioceno inferior, quando a drenagem da bacia ainda era orientada em direção ao Pacífico, teria havido o encontro entre a placa continental Sul-americana e a placa oceânica de Nazca ocasionando grande pressão sobre as rochas, comprimindo-as e desdobrando-as, dando origem à formação da cordilheira dos Andes e forçando o escoamento paulatinamente em direção ao leste. Isso gerou fortes processos de erosão, transportando grandes quantidades de sedimentos para a Bacia Amazônica (MASSON, 2005) cujas características hidrológicas têm, ainda hoje, uma clara assinatura desse processo.

A Água no Mundo

As águas ocupam 70% da superfície global constituindo-se no recurso natural de maior abundância. No entanto, essa abundância é relativa, uma vez que 97,5% é água salgada, imprópria para o consumo humano, cabendo à água doce apenas 2,5% de toda água existente. Além disso, grande parte da água doce existente encontra-se sob condições de difícil acesso e/ou elevado custo de exploração. São os casos, por exemplo, da água nas calotas polares, bastante distante dos

centros de consumo, e da água subterrânea, cuja maior parte acha-se a mais de 800 m de profundidade.

A tabela 01, a seguir, mostra a distribuição percentual da água no mundo, detalhada nos seus distintos compartimentos.

Tabela 01

ÁGUA NO MUNDO	% DE ÁGUA TOTAL	% DE ÁGUA DOCE
Oceano	96,54	
Água subterrânea		
Doce	0,76	30,1
Salina	0,93	
Umidade do solo	0,012	0,05
Calotas polares	1,733	68,5
Outras fontes de gelo e neve	0,025	1,0
Lagos		
Doce	0,0066	0,26
Salina	0,0062	0,03
Pântanos	0,0008	0,006
Rios	0,0002	0,003
Água de constituição de seres vivos	0,0001	0,004
Água na atmosfera	0,0009	
Total de água	100,0	100,0
Total de água doce	2,35	

Fonte: http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/part'2/Tb_04.html

A tabela 02 mostra os períodos de tempo necessário para renovação dos recursos hídricos dos diferentes compartimentos, um indicativo parcial da sua capacidade de recuperação. Considerando-se apenas a água doce no estado líquido ou de vapor, observa-se intervalos bastante distintos, com máximo de 1.400 anos para a água subterrânea e mínimo de 8 dias para a umidade atmosférica.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

Tabela 02

PERÍODOS DE RENOVAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA TERRA	
ÁGUA DA HIDROSFERA	PERÍODO
Oceanos	2500 anos
Água subterrânea	1400 anos
Gelo polar	9700 anos
Geleiras de montanhas	1600 anos
Sub Solo permanentemente congelado	10000 anos
Lagos	17 anos
Pântanos	5 anos
Umidade no solo	1 ano
Canais	16 dias
Umidade atmosférica	8 dias
Água biológica	várias horas

Fonte: http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/summary/html/summary.html

Distribuição da Água Doce no Mundo

O gráfico 01 mostra que 68,8% da água doce encontra-se na forma de neve e gelos eternos, 30% acha-se no subsolo, 0,9% constituem os pântanos, gelo flutuante e umidade no solo permanentemente congelado e apenas 0,3% acha-se diretamente disponível ao consumo, constituindo os rios e lagos existentes. Embora o escoamento superficial represente a menor parte, ele é a fonte principal da água doce consumida no planeta.

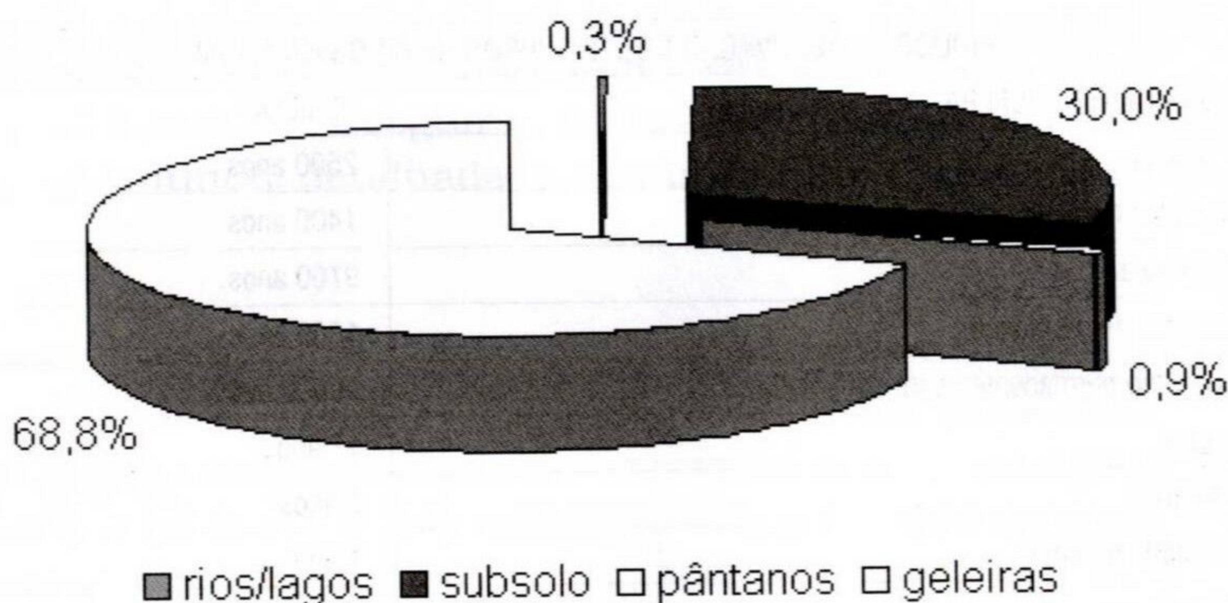


Gráfico 01 Distribuição da água doce no mundo

Distribuição Relativa dos Recursos Hídricos Renováveis no Mundo

Essa distribuição, mostrada abaixo (grafico 02), não se dá de maneira uniforme, mas de forma bastante desigual. Segundo o Programa Hidrológico Internacional da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), atualmente 6 bilhões de pessoas utilizam cerca de 54% da água doce disponível nos rios, lagos e aqüíferos. No continente asiático, que possui 26% da água doce vivem 60% da população mundial, enquanto na América do Sul, onde vivem apenas 6% da população, dispõe-se de 27% da água doce. Outro órgão das Nações Unidas, a Organização para a Alimentação e a Agricultura (FAO) indica que as principais formas de uso da água doce são a irrigação na agricultura (70%), a indústria (22%) e o uso doméstico (8%). (www.idec.org.br)

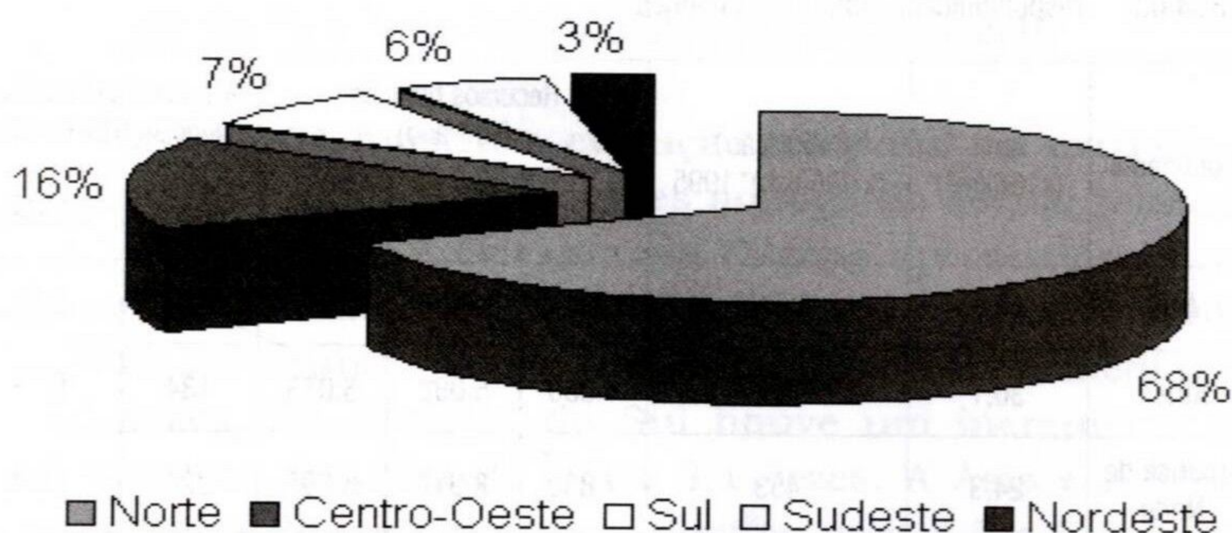


Gráfico 02 Distribuição relativa dos recursos hídricos renováveis no planeta (%) Borghetti et al. 2004

Disponibilidade Hídrica por Continente

A disponibilidade hídrica potencial por continente responde mais diretamente pela possibilidade de acesso das populações à água, uma vez que considera a relação recursos hídricos versus população. A tabela 03 mostra que embora a Oceania apresente um total médio de recursos hídricos da ordem de 2.404 km³/ano – o que representa apenas 5,6% do total mundial – sua disponibilidade hídrica potencial per capita é a mais alta do mundo, com índice estimado de 83.700 m³/ano. No extremo oposto, com uma população em torno dos 3500 milhões de habitantes está a Ásia, com 3.920 m³/ano, embora detenha o maior percentual médio de recursos hídricos entre os continentes (31,6%). A disponibilidade hídrica potencial per capita da Europa é a segunda mais baixa do planeta (4230 m³/ano), embora sua população seja a que mais se utiliza da água, com um consumo médio diário de 200 litros por pessoa. No outro extremo acha-se a África, com um consumo médio diário de 15 litros por habitante, embora sua disponibilidade de 5720 m³/ano.

Tabela 03 Disponibilidade hídrica por continente

Continente	Área (x106km²)	População* (x 106 hab)*1995	Recursos hídricos (km³/ano)			Disponibilidade hídrica potencial(1000m³/ano)	
			médio	máximo	mínimo	p/km²	p/capita
Ásia	43,5	3.445	13.510	15.008	11.800	311	3,92
África	30,1	708	4.050	5.082	3.073	134	5,72
América do Norte	24,3	453	7.890	8.917	6.895	324	17,4
América do Sul	17,9	315	12.030	14.350	10.320	672	38,2
Europa	10,46	685	2.900	3.410	2.254	277	4,23
Austrália e Oceania	8,95	28,7	2.404	2.880	1.891	269	83,7
Mundo	135	5.633	42.785	44.751	39.775	317	7,60

Fonte:http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/part'2/Tb_04.html

Nove países dividem cerca de 60% das fontes mundiais renováveis de água doce. O Brasil encabeça a lista (com 6.220 bilhões de m³) que tem, ainda, a Colômbia (em 8°, com 1.200 bilhões m³) e o Peru (em 9°, com 1.100 bilhões m³). Para que se tenha uma idéia do que isso representa, os 15 países da União Européia somam, juntos, apenas 1.171 bilhões de m³ (UNESCO).

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

Dinâmica do Uso da Água no Mundo por Continente

A tabela 04 mostra a evolução temporal na extração e consumo de água nos continentes ao logo do século passado (entre 1900 e 1995). A Oceania e a Europa apresentaram um aumento no consumo de 30,2 e 13,7 vezes, respectivamente, enquanto no mundo como um todo o aumento médio foi de 6,3 vezes. Na América do Sul houve um incremento de 8,3 vezes e na América do Norte 8,1 vezes. A Ásia e a África apresentaram os menores incrementos, com 5,5 e 5,8 vezes, respectivamente. Comparativamente à disponibilidade hídrica potencial dos continentes, o consumo observado ainda está dentro de um limite bastante seguro, embora a qualidade dos recursos já esteja sofrendo forte impacto antropogênico. A diferença entre a extração e o consumo mostra que ainda se desperdiça muita água (50% em média).

Tabela 04 Dinâmica do Uso da Água no Mundo por Continente (km³/ano)

Continente	estimado								previsto		
	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010	2025
Ásia	414	682	843	1163	1417	1742	2114	2231	2357	2628	3254
	249	437	540	751	890	1084	1315	1381	1458	1593	1876
América do Norte	69,6	221	287	410	555	676	653	686	705	744	786
	29,2	83,8	104	138	181	221	221	237	243	255	269
África	40,7	49,2	55,8	89,2	123	166	203	219	235	275	337
	27,5	32,9	37,8	61,3	87	124	150	160	170	191	220
Europa	37,5	96,1	136	226	325	449	482	455	463	535	559
	13,8	38,1	50,5	88,9	122	177	198	189	197	234	256
América do Sul	15,1	32,6	49,3	65,6	87	117	152	167	182	213	260
	10,8	22,3	31,7	39,6	51,1	66,7	81,9	89,4	96	106	120
Austrália &Oceania	1,60	6,83	10,4	14,5	19,9	23,5	28,5	30,4	32,5	35,7	39,5
	0,58	3,30	5,04	7,16	10,3	12,7	16,4	17,5	18,7	20,4	22,3
Total	579	1088	1382	1968	2526	3175	3633	3788	3973	4431	5235
	331	617	678	1086	1341	1686	1982	2074	2182	2399	2764
Registros: 1ª linha – extração de água; 2ª linha – consumo de água											

Fonte: http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/part'3/HTML/Tb_16.html

Balanço Hídrico Global Anual

Tabela 05 Balanço hídrico global anual

BALANÇO HÍDRICO GLOBAL ANUAL		OCEANO	TERRA
Área	km²	361.300.000	148.800.000
Precipitação	mm	1.270	800
	km³	458.000	119.000
Evaporação	mm	1.400	484
	km³	505.000	72.000
Escoamento dos rios	km³		44.700
Escoamento subterrâneo	km³		2.200

Fonte: World Water B alance Resources of the Earth (UNESCO, 1978).

A hidrografia é dependente do regime pluviométrico, quer seja na sua ocorrência, quer seja no seu comportamento, uma vez que a existência dos cursos d'água se dá às expensas da maior ou menor presença das chuvas. Dessa forma, o comportamento hidrológico dos corpos d'água guarda uma estreita relação com o balanço hídrico. A tabela 05 mostra, no contexto global anual, a importância relativa da precipitação, evaporação e escoamento. A diferença observada entre a precipitação (458.000 km³) e a evaporação (505.000 km³) sobre as áreas oceânicas é balanceada pelo escoamento combinado (rios + subterrâneo) que ocorre nos continentes (44.700 km³ + 2.200 km³). Este, por sua vez, representa 39,4% da chuva que atinge o solo continental, cabendo à evaporação os 60,6% restantes. Isso demonstra inequivocamente a importância

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

da atmosfera no ciclo hidrológico e, por conseguinte, no balanço hídrico, uma vez que possuindo apenas 0,013% da água disponível, recicla um verdadeiro oceano num período bastante curto de tempo. A tabela mostra, também, que chove 3,8 vezes mais sobre os oceanos (458.000 km³) do que sobre os continentes (119.000 km³), enquanto que a contribuição dos oceanos com a evaporação ultrapassa 7 vezes aquela verificada sobre as áreas continentais.

Balanço Hídrico Anual por Continente

Tabela 06 Balanço hídrico anual

BALANÇO HÍDRICO ANUAL	área (106km²)	precipitação		evapotranspiração		deflúvio	
		mm	10^3 km³	mm	10^3 km³	mm	10^3 km³
Ásia	45,0	726,0	32,7	433,0	19,5	293,0	13,2
África	30,3	686,0	20,8	547,0	16,6	139,0	4,2
América do Norte	20,7	670,0	13,9	383,0	7,9	287,0	6,0
América do Sul	17,8	1.648,0	29,3	1.065,0	19,0	583,0	10,3
Europa	9,8	734,0	7,2	415,0	4,1	319,0	3,1
Austrália	8,7	736,0	6,4	510,0	4,4	226,0	2,0
Total	132,3	834,0	110,3	540,0	71,5	294,0	38,8

Fonte: Raudkivi, 1979.

Obs.: embora possam ser observadas algumas diferenças nas estimativas por diferentes autores (tabelas 03 e 04),

optou-se por se fazer uso de ambas as fontes por permitirem distintas análises.

A tabela 06 mostra que a América do Sul apresenta os maiores índices pluviométricos (1648 mm) e as taxas mais elevadas de evapotranspiração (1065 mm), uma característica típica das regiões tropicais. Por conseqüência, também o deflúvio (583 mm) apresentou altas taxas. Embora possuindo uma área de 17.800 km², pouco mais de 1/3 do continente asiático (45.000 km²), a América do Sul equipara-se a este em termos de volumes de precipitação (32.700 x 29.300 km³), evapotranspiração (19.500 x 19.000 km³) e deflúvio (13.200 x 10.300 km³). Os índices mais baixos de precipitação ocorrem na África influenciados pela extensa área desértica presente nesse continente. O deserto do Saara constitui 70% de todas as áreas áridas do planeta e, com uma área equivalente a 9 milhões km², ocupa 30% da superfície do continente africano. Todavia, embora essa apreciável limitação, apresenta deflúvio médio de 4200 km³, o que representa o equivalente a cerca de 11% do deflúvio global médio.

A Amazônia

Formada pela união de áreas importantes de nada menos do que nove países da América do Sul, a Amazônia – ou Região Amazônica – tem sua superfície total bastante variável no que diz respeito ao referencial adotado para o seu estabelecimento. Em um artigo de 2002, do Prof Luis Eduardo Aragón, então Coordenador do Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, da Universidade Federal do Para – UFPA, o mesmo destaca essa dificuldade em face do referencial a ser considerado. Segundo Dominguez (1987) esses fatores podem ser: o ecossistema, a bacia hidrográfica ou mesmo a legislação. Dessa forma,

diferentes referenciais apresentam distintas áreas, conforme pode ser observado na tabela 07, adiante.

Tabela 07 Área de cobertura da Amazônia segundo diferentes critérios

País	Bacia Hidrográfica		Hiléia		TCA*	
	total (km²)	%	total (km²)	%	total (km²)	%
Brasil	4.989.361	72,6	3.540.000	60,0	5.000.000	69,6
Peru	762.400	11,1	762.400	13,0	762.400	10,6
Bolívia	600.000	8,7	490.000	8,3	600.000	8,4
Colômbia	336.583	5,0	476.395	8,0	403.350	5,6
Equador	130.000	1,9	130.000	2,2	130.000	1,8
Venezuela	51.000	0,7	259.000	4,4	51.000	0,7
Guianas	-	-	240.000	4,1	240.000	3,3
total	6.869.344	100,0	5.897.795	100,0	7.181.750	100,0

* Tratado de Cooperação Amazônica

Fonte: Adaptado de Dominguez (1987).

Embora se adotando os mesmos referenciais existem, ainda, valores distintos divulgados por outras diferentes fontes, um fato natural dadas as dimensões em questão. Neste trabalho adotaremos a Bacia Hidrográfica como referência, relacionando as respectivas fontes quando forem apresentados dados diferenciados numa primeira citação. Internacionalmente serão abordados aspectos da hidrologia da Bacia Amazônica nos seis principais países que contribuem na sua formação, ignorando-se as risíveis contribuições hidrológicas das Guianas Francesa e Holandesa. No tocante à Amazônia Brasileira, entretanto, como trataremos da Amazônia Legal, isso significa

dizer que o espaço físico abordado extrapola a Bacia Amazônica integrando partes de outras bacias, como a do Tocantins e a do Atlântico Sul (trecho Norte).

A Bacia Amazônica

Maior bacia hidrográfica do planeta, a Bacia Amazônica (figura 03) possui uma área de cerca de 7 milhões de km², dos quais 63% encontra-se em território brasileiro (MASSON, 2005), sendo os restantes 37% distribuídos entre os territórios do Peru (16%), Bolívia (12%), Colômbia (5,7%), Equador (2,4%), Venezuela (0,7%) e Guiana (0,2%).

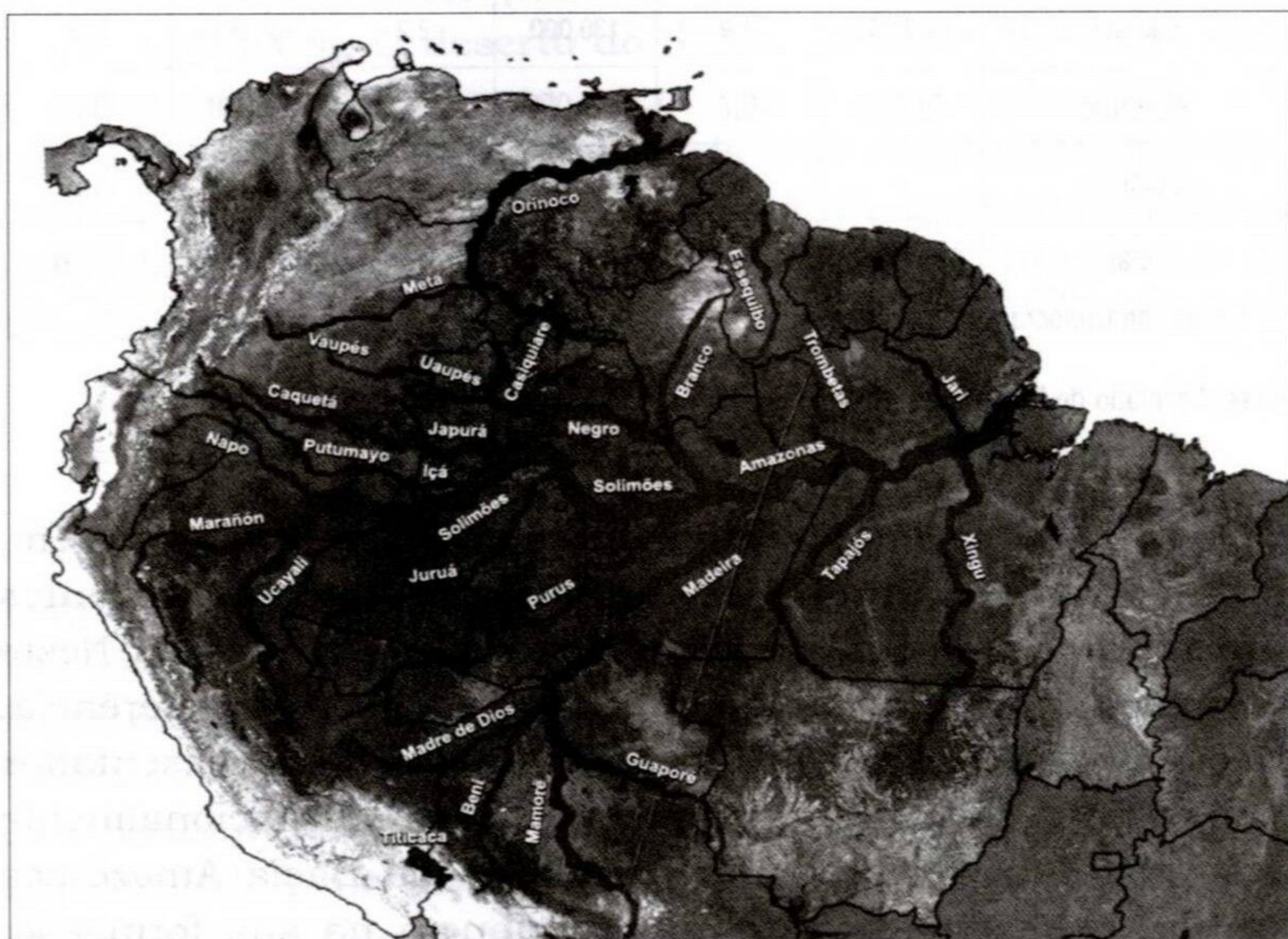


Figura 03 Alguns dos principais rios da Amazônia.

A Bacia Amazônica possui alguns dos rios mais extensos e caudalosos do planeta os quais contribuem com mais de 20% do deflúvio médio mundial, além de suas águas apresentarem características físico-químicas de natureza bastante variada em face das suas diferentes regiões de origem e/ou escoamento. Um aspecto relevante do ponto de vista hidrológico refere-se a sua localização eminentemente tropical abrangendo os dois hemisférios, o que se reflete no grande volume líquido escoado e na alternante sazonalidade das cheias dos seus tributários, além da contribuição relativa do degelo das elevadas regiões Andinas que ocorre sazonalmente.

A BACIA AMAZÔNICA INTERNACIONAL

Peru

O Peru é o 19º país em extensão no mundo, com uma área total de 1.285.215 km², dos quais cerca de 0,4% (mais de 5 mil km²) são de superfície coberta pela água, representando 5% do total hídrico mundial disponível. Seu território apresenta três regiões bem definidas: a Costa, a Serra (ou região Andina) e a Selva (ou Amazônia). Do ponto de vista da sua hidrografia apresenta mais de 12.000 lagoas e 1.000 rios, distribuídos em três distintas zonas: a zona do lago Titicaca, situada na fronteira com a Bolívia, bem ao sul; a zona da Costa (linha costeira com mais de 2.330 km), para onde escoa cerca de 50 rios cujas nascentes situam-se nas encostas ocidentais da Serra; e a zona da Selva, por onde escoam os rios mais caudalosos, com nascentes nas encostas orientais dos Andes – constituindo 98% da água disponível e que banham a Amazônia Peruana (www.minag.gob.pe).

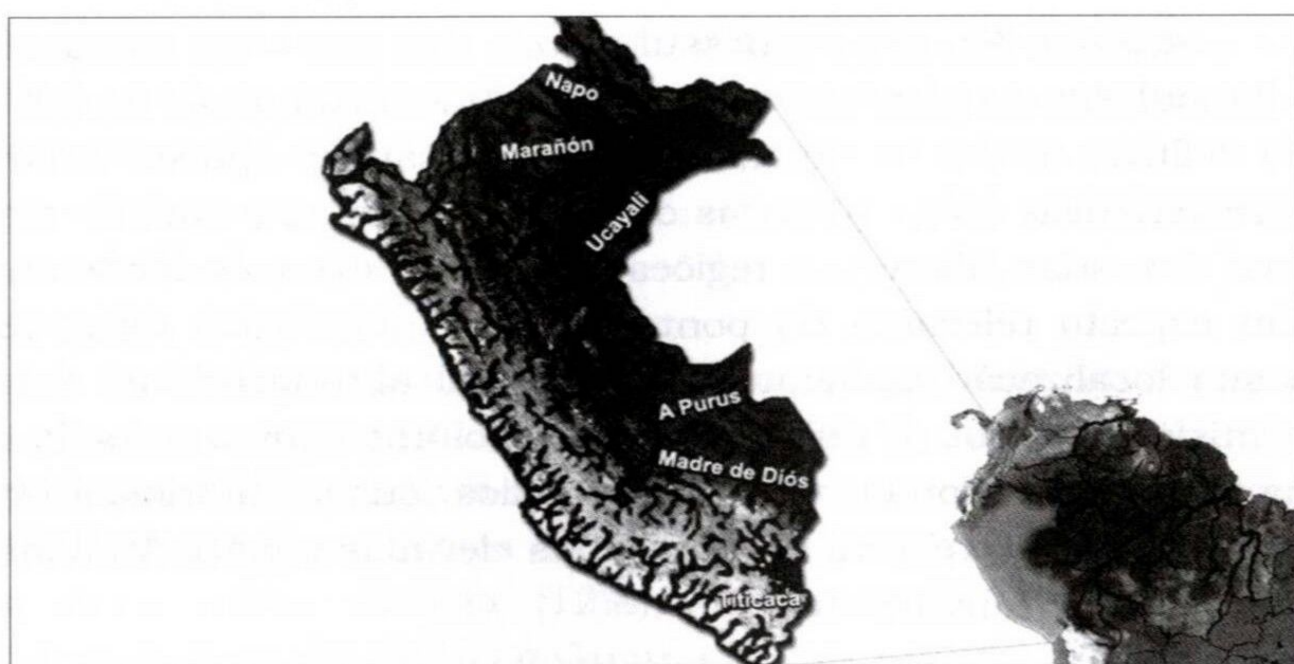


Figura 04 Hidrografia do Peru com destaque para os principais rios amazônicos.

A Amazônia Peruana representa 62% do território nacional e cobre 16% da Bacia Amazônica sendo, depois do Brasil, a maior área. Possui uma importante rede de drenagem (figura 04) onde se destacam: os rios Ucayali e Marañon, berços do rio Amazonas; e o rio Napo, que nasce no Equador e atravessa o Peru no sentido oeste/leste, ao norte; além de abrigar as nascentes dos rios Juruá, Purus e Madre de Dios, este um dos principais formadores do Madeira. O rio Ucayali nasce na confluência dos rios Urubamba (ou Urubanda) e Tambo, no leste dos Andes, e flui para o norte do país até juntar-se ao Marañon, dando origem ao rio Amazonas. Seus principais afluentes são o Cohenga, o Tahuania, Sheshea, Tamya, Tapiche, Pachitea e Aguaytía. Possui mais de 1.900 km de extensão, dos quais 80% navegáveis por navios até 3 mil toneladas (es.wikipedia.org).

Bolívia

A Bolívia ocupa a 27ª posição em extensão entre os países no mundo, com uma área total de 1.098.580 km². Cerca de 8,4% desse total são constituídos de superfícies hídricas. Embora não possuindo litoral, a Bolívia apresenta importante hidrografia distribuída em três regiões distintas (pt.wikipedia.org): a Ocidental, formada pela cordilheira dos Andes; a Central, uma região de planalto (Altiplano) onde vive a maioria dos seus cidadãos; e a Oriental, constituída de terras baixas cobertas pela floresta Amazônica. Suas fronteiras tem uma extensão de 6.743 km, dos quais 3.400 km são divididos com o Brasil.

A Amazônia Boliviana representa três quintos do seu território, é formada por planícies de muitos rios e grandes pântanos e possui mais de 10.000 km comercialmente navegáveis. Seus rios principais (figura 05) são o Mamoré (2.000 km, incluindo o rio Grande La Plata), o Itenez ou Guaporé (600 km, ou 1.364 km incluindo a parte brasileira), o Beni (984 km), o Madre de Dios (1.100 km no total, sendo 700 km a parte boliviana) e o Itonomas (820 km), mais o Orthon (390 km), o Abuná (400 km) e o Yata (480 km). Embora não pertencentes à Bacia Amazônica, mas constituindo importantes vias navegáveis há, ainda, o Desaguadero (360 km) e o Pilcomayo (2.500 km, sendo 700 km na parte boliviana). O território boliviano abriga 12% da Bacia Amazônica, sendo o seu terceiro maior portador, atrás apenas do Brasil e do Peru.

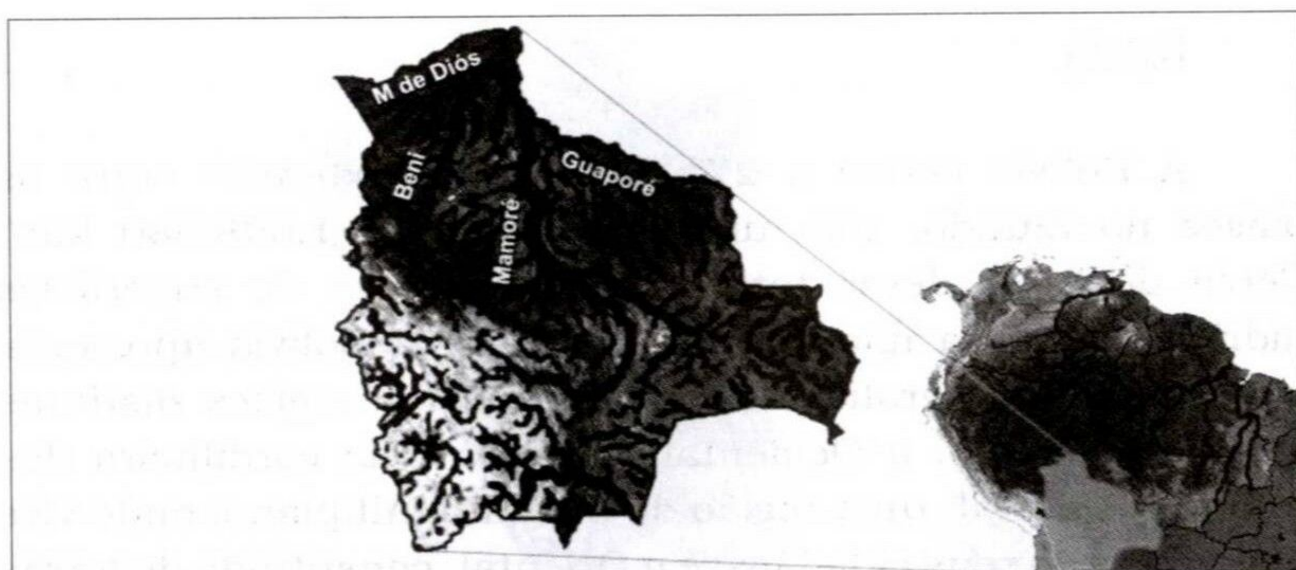


Figura 05 Hidrografia da Bolívia com destaque para os principais rios amazônicos.

O rio Mamoré, embora sendo principal via de navegação boliviana (www.aguabolivia.org), possui percurso tortuoso e pouco atraente à navegabilidade exceto no período das cheias (entre os meses de novembro e maio), quando recebe embarcações de até 1,20 m de calado entre as localidades de Trinidad e Guajará-Mirim. Em boa parte apresenta regulares condições de navegação durante nove meses do ano, em média. A montante de Guajará-Mirim, até a foz do Guaporé e daí por este, a navegação se processa regularmente. O Madre de Dios, outro importante formador do Madeira, nasce no Peru e ingressa na Bolívia na altura de Puerto Heath, Departamento La Paz, atravessa o setor norte do país no sentido sudoeste/ nordeste e tem sua foz no rio Beni centenas de quilômetros adiante. Embora bastante caudaloso, tem sua navegabilidade restrita a períodos entre 4 a 6 meses ao ano em virtude da presença de bancos de areia no seu leito, em determinados trechos, que reduzem a sua profundidade e impõem sérios riscos às embarcações.

Colômbia

A Colômbia ocupa a 25ª posição em extensão entre os países do mundo, com uma área total de 1.138.910 km², dos quais 8,8% são cobertos por água. É o único país da América do Sul banhado pelo Pacífico (a oeste) numa linha de costa de 1.300 km, e pelo mar do Caribe (ao norte) numa extensão de 1.600 km, o que lhe confere uma posição geográfica estratégica. Sua paisagem apresenta uma variada diversidade topográfica. Seu território é cortado de sul a norte por três ramificações da cordilheira dos Andes, onde, nos vales formados entre elas, correm os dois principais rios da vertente atlântica: o Madalena e o Cauca (figura 06). Nesse espaço conjunto, que ocupa um terço do seu território e abriga a sua região mais desenvolvida, vive a maior parte da sua população. A leste dos Andes encontra-se uma extensa planície (os "llanos orientales") ao sul da qual aparece a selva amazônica, a qual ocupa, também, um terço do território colombiano e é banhada por grandes rios amazônicos (figura adiante).

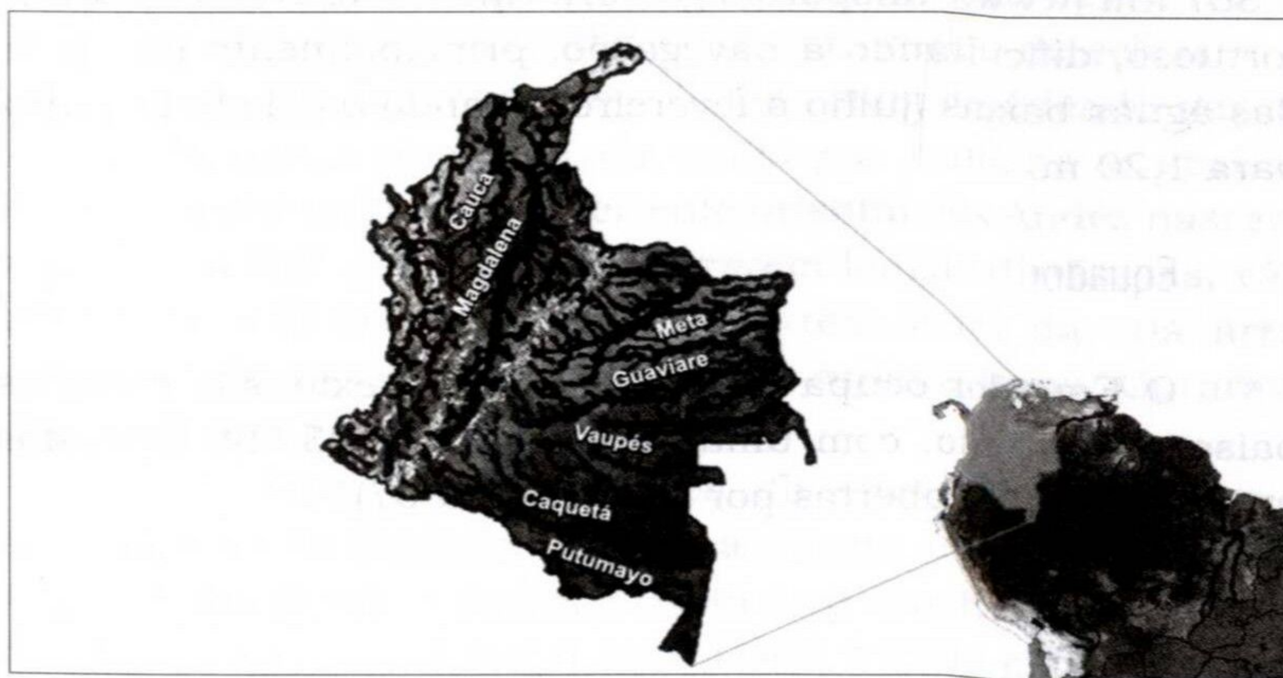


Figura 06 Hidrografia da Colômbia com destaque para os principais rios amazônicos.

A hidrografia da Colômbia é composta de cinco vertentes principais: do Pacífico (88.000 km²); de Catatumbo (18.700 km²); do Caribe (362.000 km²); do Orinoco (328.000 km²); e do Amazonas (345.000 km²). A vertente do Amazonas, que abriga 5,7% da Bacia Amazônica, é dominada pelas bacias dos rios Vaupés (38.000 km²), Putumayo (54.000 km2, apenas a parte colombiana) e Caquetá (200.000 km²). Esses rios ingressam em território brasileiro onde recebem as denominações Negro, Içá e Japurá, respectivamente (figura 06). Embora nascendo na lagoa La Cocha, nos Andes colombianos, com o nome de Gamués, o Putumayo (Içá), com 1.580 km, é um rio fronteiriço em quase toda a sua extensão dividindo ora territórios da Colômbia e Equador, ora territórios da Colômbia e Peru. Na época das chuvas as grandes cheias (entre março e julho) provocam processos erosivos consideráveis formando bancos no seu leito dificultando a navegação no período das águas baixas. O Caquetá (Japurá) tem suas nascentes localizadas também nos Andes bolivianos, ao sul, corre paralelamente ao Putumayo em território colombiano, numa extensão de 1.367 km (www.transportes.gov.br). Apresenta canal bastante tortuoso, dificultando a navegação, principalmente na época das águas baixas (julho a fevereiro) quando o calado se reduz para 1,20 m.

Equador

O Equador ocupa a 71ª posição em extensão entre os países do mundo, com uma área total de 283.560 km², dos quais 8,8% são cobertos por água (figura 07).

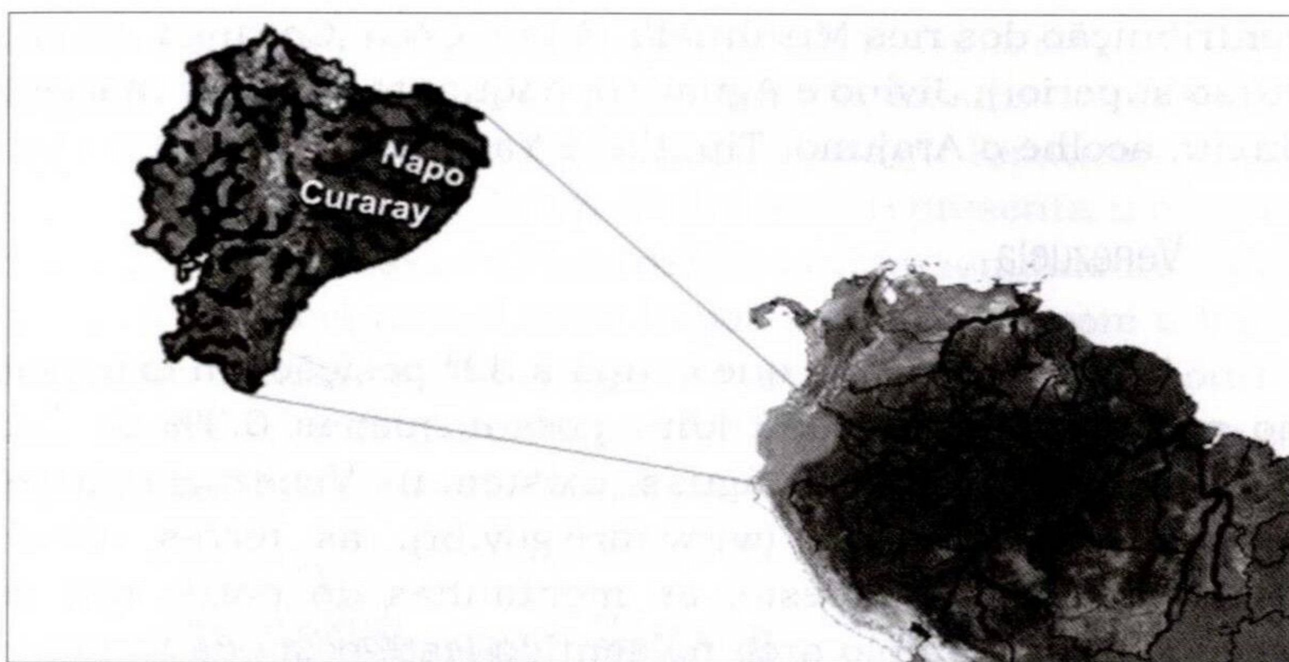


Figura 07 Hidrografia do Equador com destaque para os principais rios amazônicos.

Embora as reduzidas dimensões de seu território, apresenta grandes contrastes regionais, podendo ser dividido em quatro regiões geográficas distintas: a costa, representada por uma planície cortada por serras que chegam a 1.000 m de altitude; a serra, constituída pelas cadeias andinas Oriental e Ocidental e pelo vale entre os Andes; o Oriente, no leste dos Andes, compreendido por uma região de selvas; e o Arquipélago de Galápagos ou Colón, compreendendo várias ilhas vulcânicas ausentes da ocupação humana e apenas habitadas por animais. Na vertente oriental dos Andes nascem alguns dos rios que, após percorrerem longas distâncias, vão alimentar a Bacia Amazônica, que tem 2,4% da sua área em território equatoriano. Entre eles estão o Napo, Curaray, Bononaza e o Pindo.

O rio Napo, um dos grandes afluentes do Amazonas e o principal rio do Equador, tem sua origem no rio Jatunyacu, na confluência com o Anzu, e conta com sensível contribuição do degelo andino. O Napo tem 1.400 km de extensão, boa parte navegável, e recebe, pela sua margem esquerda, a

contribuição dos rios Misahualli, Suno, Coca (Cosanga, no seu curso superior), Jivino e Aguarico, enquanto pela sua margem direita acolhe o Arajuno, Tiputini e Yasuni.

Venezuela

A Venezuela, país que ocupa a 32ª posição em extensão no mundo, com 912.050 km², possui apenas 0,3% de sua cobertura ocupada pelas águas. Existem na Venezuela quatro regiões bem definidas (www.mre.gov.br): as terras baixas de Maracaibo, a noroeste; as montanhas do norte, que se estendem num amplo arco no sentido leste-oeste da fronteira com a Colômbia, ao longo do mar do Caribe; as amplas planícies do Orinoco, na Venezuela central; e as terras altas da Guiana, a sudeste. Sua linha de costa estende-se por uma extensão de 2.800 km e sua fronteira com o Brasil compreende cerca de 2.200 km. Por conta dessa extensa área de fronteira entre os dois países, a Venezuela possui 0,7% da área da Bacia Amazônica.

A região costeira e os férteis vales entre as serras abrigam a maior parte de sua população, as indústrias e a agricultura. Abriga a queda d'água mais alta do mundo, Salto Angel, com 979 m de altura, e sua hidrografia (Figura 08) é pontuada pelo rio Orinoco (um dos 15 maiores rios do mundo em extensão, com 2.140 km), o qual ostenta uma bacia de 880.000 km² com uma vazão média de 37.000 m³/s, o que o coloca como um dos cinco maiores do planeta em termos de descarga (www.mexicotm.com). Sua bacia ocupa 70% do solo venezuelano, além de uma grande área em solo colombiano – o Orinoco divide a fronteira entre esses países por uma extensão de 280 km – e recebe por sua margem esquerda 99 rios com cerca de 230 afluentes e pela sua margem direita outros 95 rios com 290 afluentes, totalizando mais de 700 afluentes

diretos e indiretos. Nasce no planalto das Guianas, no Cerro Delgado Chalbaud, a 1047 m de altitude, localizado no sul da Venezuela próximo à fronteira com o Brasil. Relativamente à Bacia do Amazonas, a Bacia do Orinoco representa uma área de 14,5% mas possui deflúvio médio proporcionalmente maior (21%). Sua bacia possui uma importante ligação com a bacia do rio Amazonas, a qual se dá através do braço, canal ou rio Casiquiare, que se estende por 330 km ligando o Orinoco ao Amazonas através do rio Negro.

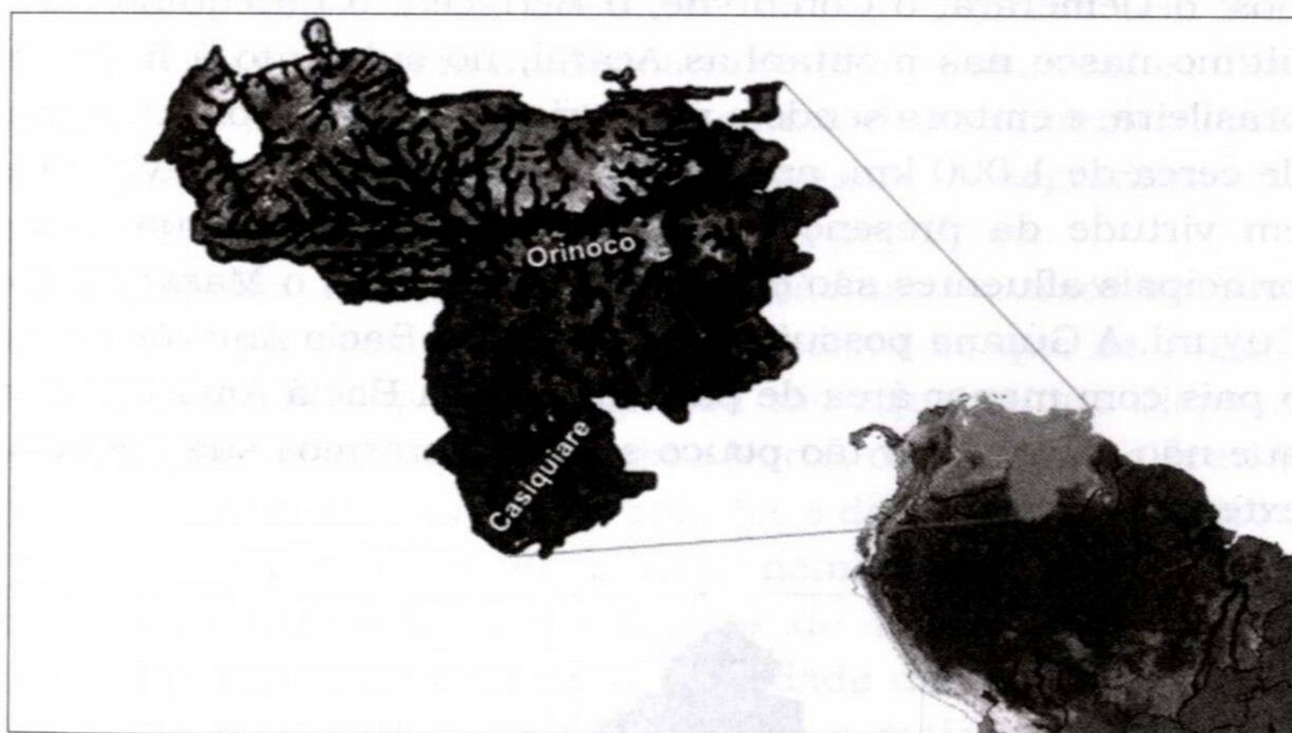


Figura 08 Hidrografia da Venezuela com destaque para os rios Orinoco e Casiquiare.

Guiana

A República Cooperativista da Guiana ocupa a 81ª posição em extensão entre os países do mundo, com uma área total de 214.970 km², dos quais 8,4% são cobertos por água. Sua paisagem compreende três distintos ambientes: a Planície Costeira, onde está localizada sua capital – Georgetown – e onde se concentra grande parte da sua população e a

maior parte da sua produção agrícola; a região das Florestas e Planaltos, ocupando 65% do território, quase totalmente coberta pela floresta Amazônica; e as Savanas, no sudoeste, próximo à fronteira com o Brasil, e em uma pequena área próxima ao litoral (www.mre.gov.br). Possui uma linha de costa de 459 km e linhas de fronteira com extensão de 2.462 km, correspondendo 1.605 km a divisas com o Brasil, dos quais 698 km por rios e canais e os demais, 907 km, por divisor de águas. Sua rede hidrográfica (figura 09) apresenta como principais rios: o Demerara, o Corentyne, o Berbice e o Essequibo. Este último nasce nas montanhas Acarai, no sul junto à fronteira brasileira, e embora sendo o maior rio da Guiana, com extensão de cerca de 1.000 km, apresenta pequenos trechos navegáveis em virtude da presença de inúmeras quedas d'água. Seus principais afluentes são o Rupununi, o Potaro, o Mazaruni e o Cuyuni. A Guiana possui apenas 0,2% da Bacia Amazônica e é o país com menor área de participação na Bacia Amazônica, o que não chega a ser tão pouco se considerarmos sua pequena extensão territorial.

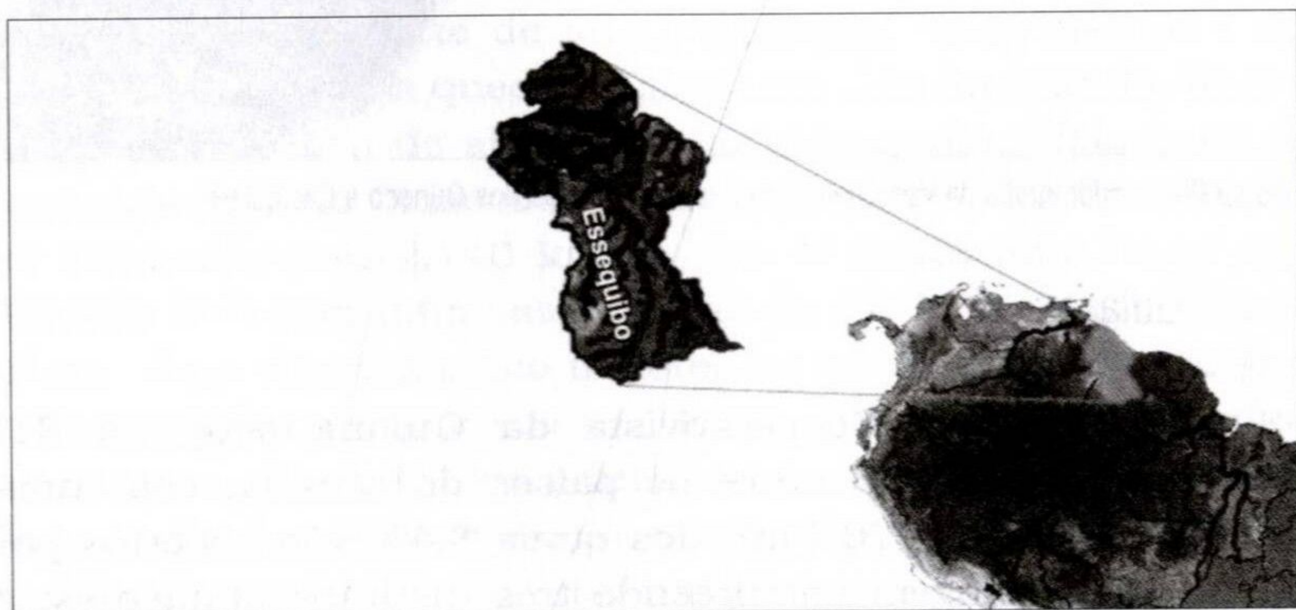


Figura 09 Hidrografia da Guiana com destaque para o rio Essequibo.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

Brasil

Distribuição Relativa dos Recursos Hídricos no Brasil

O Brasil, embora sendo o país detentor da maior disponibilidade hídrica do planeta, responsável pela quase totalidade do deflúvio médio da América do Sul, possui uma distribuição desigual dos seus recursos hídricos, com sua maior bacia (Amazônica) localizada numa região com reduzida densidade demográfica, enquanto bacias menores tem sido impactadas pela forma inadequada do uso de seus solos. Com isso, o país já enfrenta problemas com o abastecimento devido ao crescimento das localidades urbanas e à degradação da qualidade da água nessas bacias mais populosas.

O gráfico 03 mostra a distribuição dos recursos hídricos no Brasil, por região, permitindo observar-se que as regiões com menor densidade demográfica são aquelas que dispõem dos maiores percentuais. A região Norte, onde se situa grande parte da bacia do Amazonas, com 68% dos recursos hídricos, possui a mais baixa densidade demográfica das regiões brasileiras (2,6 hab/km²), seguida da região Centro-Oeste (16% dos recursos) com uma densidade demográfica de 5,8 hab/km², enquanto a região Sudeste, a mais populosa, com 67,7 hab/km², dispõe de apenas 6% dos recursos hídricos (censo 1991, IBGE). Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), nos últimos 50 anos a disponibilidade de água por habitante diminuiu 60% no planeta, enquanto no mesmo período a população cresceu 50%. O consumo de água dobra a cada 20 anos, enquanto as estimativas dão conta de que 50% do líquido que abastece as grandes cidades é desperdiçado.

As Bacias Hidrográficas Brasileiras

As bacias hidrográficas brasileiras se formam a partir de três grandes divisores (a cordilheira dos Andes, onde se localizam as nascentes dos principais formadores do rio Amazonas; o planalto das Guianas, onde nascem os principais afluentes da margem esquerda do rio Amazonas; e o planalto Brasileiro, com suas três subunidades, onde nascem os demais rios), detêm 8% de toda a água doce de superfície no mundo e respondem por cerca de 30% do volume de água doce despejado anualmente nos oceanos (apenas a bacia do Amazonas é responsável por 73% desse total), correspondendo a 5.745 km³, determinado por uma descarga média de 182.170 m³/s.

As bacias em solo brasileiro estão divididas em 8 unidades, com suas respectivas áreas de drenagem distribuídas conforme mostrado na figura 10.

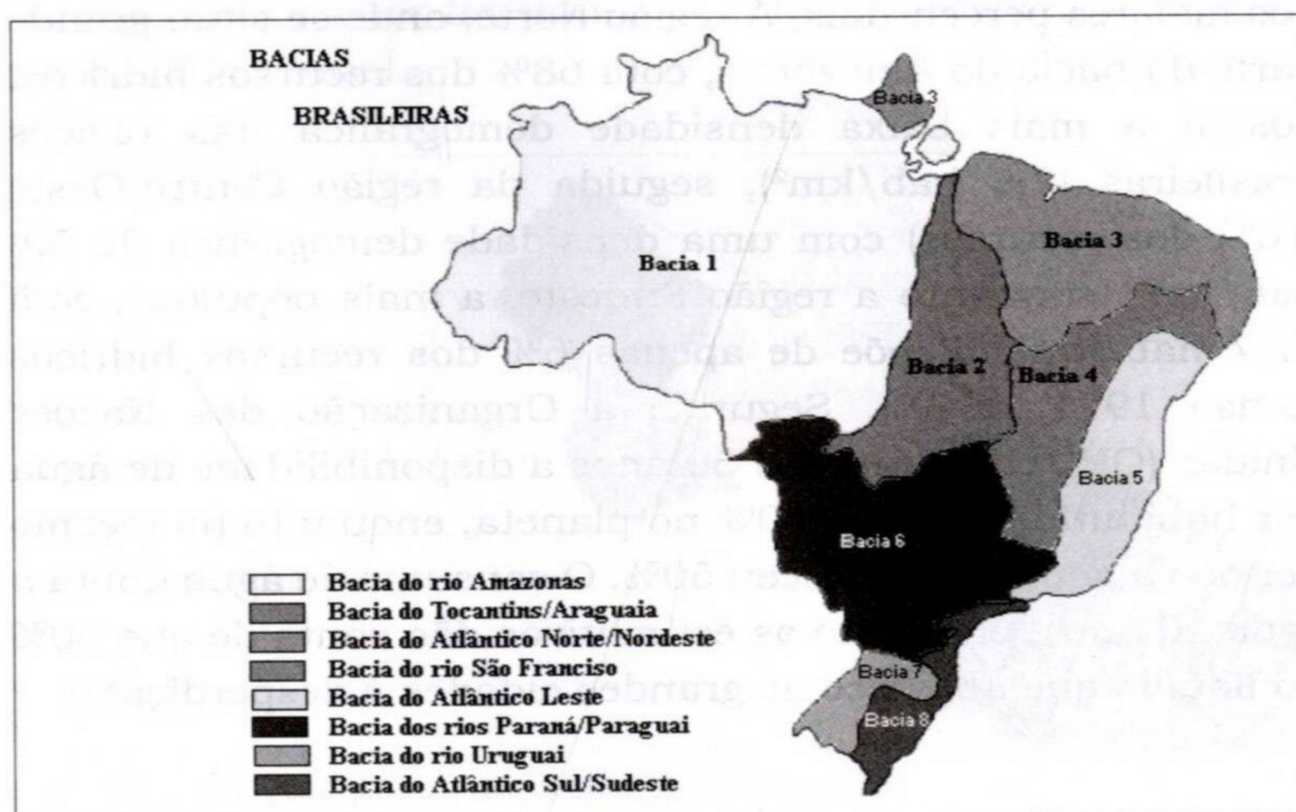


Figura 10 Bacias brasileiras

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

As Sub-bacias Hidrográficas Brasileiras

Com sua extensa rede fluvial – a maior do mundo – o Brasil possui, de acordo com a metodologia de classificação da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, um total de 80 sub-bacias distribuídas conforme mostrado na figura 11. (adaptado de www.cprm.gov.br/rehi/prognh.htm)



Bacia	Curso Principal	Bacia	Curso Principal	Bacia	Curso Principal
10	Amazonas, entre a nascente e o rio Javari	37	Piranhas, Açu e outros	64	Paraná, Paranapanema, Amambaí e outros
11	Amazonas, entre os rios Javari e Auati-Paraná	38	Paraíba e outros	65	Paraná, Iguaçu
12	Amazonas, entre o rio Auati-Paraná e o lago Coari	39	Litorâneos de Pernambuco e Alagoas	66	Alto Paraguai
13	Amazonas, entre o lago Coari e o rio Purus	40	Alto São Francisco, até Três Marias	67	Paraguai, Nabileque e outros
14	Negro	41	Das Velhas – São Francisco	68	Paraná, entre o Paraguai e o Tercero (Argentina)
15	Madeira	42	Paracatu e outros – São Francisco	69	Baixo Paraná
16	Amazonas, entre os rios Madeira e Trombetas	43	Urucuia – São Francisco	70	Pelotas
17	Tapajós	44	Verde Grande - São Francisco	71	Canoas
18	Xingu e Paru	45	Corrente e outros - São Francisco	72	Uruguai, Ibicuí e outros
19	Amazonas, entre o rio Xingu e a foz	46	Grande e outros - São Francisco	73	Uruguai, Chapecó, Passo Fundo e outros
20	Alto Tocantins e rio Preto	47	Salitre e outros - São Francisco	74	Uruguai, Várzea, Turvo e outros
21	Tocantins, entre os rios Preto e Paraná	48	Pajeú e outros - São Francisco	75	Uruguai, Ijuí, Piratini e outros
22	Tocantins, entre os rios Paraná e do Sono	49	São Francisco, a jusante do Pajeú	76	Ibicuí
23	Tocantins, entre os rios do Sono e Araguaia	50	Itapicuru, Vaza Barris e outros	77	Uruguai, Quaraí (M.D.) e outros
24	Alto Araguaia e rio Claro	51	Jequiriçá, Paraguaçu e outros	78	Uruguai, do Arapey Grande ao Negro
25	Araguaia, a montante da ilha do Bananal	52	Contas	79	Uruguai e Negro
26	Araguaia, trecho da ilha do Bananal	53	Pardo, Cachoeira e outros	80	Litorâneos São Paulo
27	Araguaia, a jusante da ilha do Bananal	54	Jequitinhonha	81	Ribeira do Iguape
28	Baixo Araguaia	55	São Mateus, Itanhém e outros	82	Cachoeira, São João e outros
29	Tocantins, entre o rio Araguaia e a foz	56	Doce	83	Itajaí
30	Oiapoque e outros	57	Litorâneos do Espírito Santo	84	Tubarão, Capivari e outros
31	Guamá e outros	58	Paraíba do Sul	85	Alto Jacuí
32	Litorâneos do Pará e Maranhão	59	Litorâneos do Rio de Janeiro	86	Taquari
33	Pindaré, Itapecuru, Mearim e outros	60	Paranaíba	87	Camaquã, Jacuí, lagoa dos Patos e outros
34	Parnaíba	61	Grande	88	Jaguarão e lagoa Mirim no Brasil e outros
35	Litorâneos do Ceará	62	Paraná, Tietê e outros	89	Arroio Chuí, lagoa Mirim e outros
36	Jaguaribe	63	Paraná, Verde, Peixe e outros		

Figura 11 Sub-bacias hidrográficas brasileiras.

Drenagens das Bacias Hidrológicas Brasileiras

A tabela 08 apresenta as bacias hidrográficas brasileiras e suas respectivas áreas de drenagem, descargas médias de longo período e deflúvios médios anuais. As bacias dos rios Amazonas, Paraná/Paraguai e Uruguai têm complemento em território estrangeiro, de modo que os valores apresentados na tabela correspondem apenas às áreas em território brasileiro. No total, essas bacias possuem áreas que correspondem, respectivamente, a 7.008×10^3 km^2 (Amazonas), 1.386×10^3 km^2 (Paraná/Paraguai) e 189×10^3 km^2 (Uruguai).

Tabela 08 Drenagens das bacias hidrográficas brasileiras

	Área de drenagem (10^3 km^2)	Descarga média (m^3/s)	Deflúvio médio (km^3/ano)
Amazonas	3.900	133.380	4.206
Tocantins	757	11.800	372
Atlântico N/NE	1.029	9.050	285
São Francisco	634	2.850	90
Atlântico E	545	4.350	137
Paraná/Paraguai	1.255	12.290	401
Uruguai	178	4.150	131
Atlântico SE	224	4.300	136
TOTAIS	8.512	182.170	5.745

Fonte: Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas – ANEEL (www.ambientebrasil.com.br)

A área de cobertura das águas doces no Brasil corresponde a 55.457 km^2, o que representa 1,66% da superfície de água doce do planeta (geocities.com.br). Comparativamente a disponibilidade hídrica e ao deflúvio médio anual (cerca de 20% do total global), essa área não chega a representar um

valor admirável, o que se explica pela reduzida presença de grandes lagos no território brasileiro. Em seu livro Panorama Geográfico do Brasil (Editora Moderna), o geógrafo Melhem Adas cita que "o território brasileiro é pobre em formações lacustres em virtude das suas características estruturais".

A Bacia Amazônica Brasileira e a Amazônia Legal

Com o objetivo de planejar e desenvolver a região amazônica, o governo brasileiro, através da lei 1.806, de 1953, criou a Amazônia Legal (www.ada.gov.br), incorporando à Amazônia Brasileira os estados do Maranhão (oeste do meridiano 44°), Goiás (norte do paralelo 13° de latitude sul, atualmente estado de Tocantins) e Mato Grosso (norte do paralelo 16° latitude sul, atualmente Mato Grosso). Essa abrangência teve por finalidade atender um conceito político antes que um imperativo geográfico. Com isso, as novas áreas agregadas extrapolaram a Bacia Amazônica Brasileira, sendo acrescidas pelas bacias do rio Tocantins (sub-bacias 21, 22, 23, 26, 27, 28 e 29) e do Atlântico Sul/trecho Norte (sub-bacias 30, 31, 32 e 33), que serão mostradas mais adiante.

O Regime Hidrológico e outras Características

O ciclo dos rios amazônicos apresenta como regra comum uma interminável seqüência seca/enchente/cheia/vazante (figura 12), com uma significativa amplitude entre seus picos máximo e mínimo determinada pela climatologia da abundante precipitação, uma característica típica da região tropical.



Figura 12 Ciclo dos rios amazônicos.

Com exceção do rio Amazonas todos os rios brasileiros tem regime pluvial, são exorréicos, o que significa que suas águas têm como destino final o oceano, possuem foz em estuário, ou seja, desaguando livremente, com exceção do Parnaíba (único na América com foz em delta) e do Amazonas (foz mista). No tocante às suas águas, os rios brasileiros podem ser divididos em três classes: os rios de águas brancas ou barrentas (ex: Madeira), grandes carreadores de sedimentos e ricos em nutrientes; os rios de água clara ou cristalina (ex: Branco), provenientes de regiões de montanha, com riqueza mediana de nutrientes; e os rios de águas pretas (ex: Negro), pobres em nutrientes, cuja coloração é indicativa da presença de matéria orgânica proveniente da decomposição da serrapilheira, constituída principalmente de alguns pigmentos em associação com ácidos húmicos e fúlvicos. São, em sua quase totalidade, perenes, e dividem-se entre: rios de planície, menos abundantes e com grande capacidade de navegabilidade; e rios de planalto, com desvios bruscos, quedas e cachoeiras e, por isso, dotados de grande potencial energético. O potencial hidrelétrico brasileiro é estimado em 260 mil megawatts (MW), dos quais são explorados cerca de 56,4 mil MW, ou 89% dos 62,9 mil MW produzidos no Brasil, conforme observado no gráfico 04, apresentado adiante

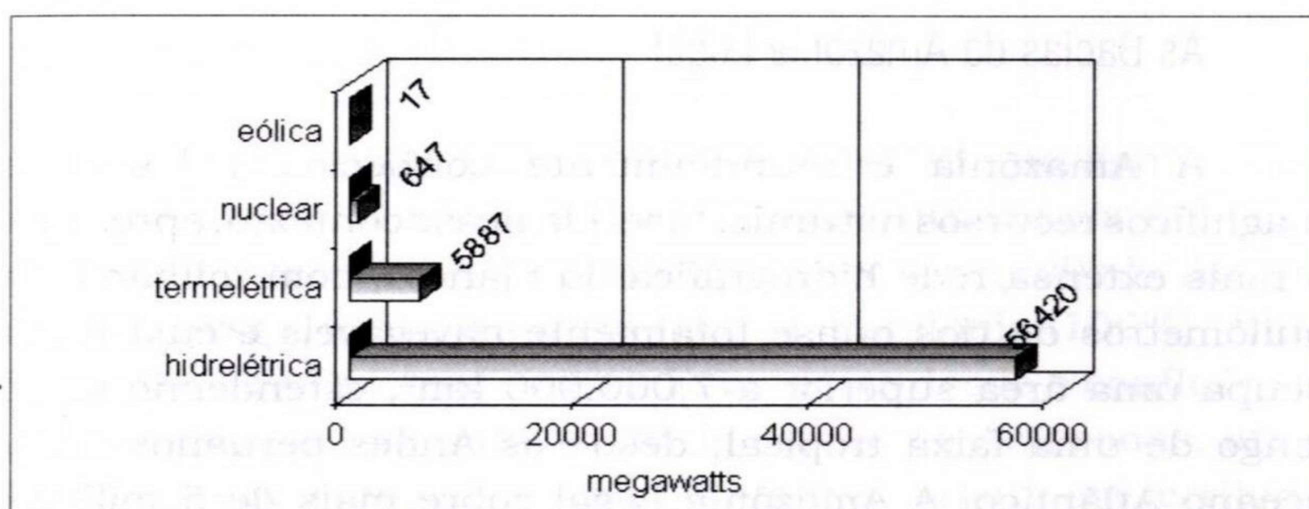


Gráfico 04 Matriz Energética Brasileira

Os rios das bacias que compõem a Amazônia Legal têm características similares aos demais rios brasileiros: possuem regime pluvial, ou seja, têm comportamento dos seus níveis associado à precipitação. A única exceção é o rio Amazonas, que possui regime misto (pluvial e nival), recebendo uma pequena contribuição proveniente do derretimento parcial das neves andinas. Isso faz com que apresentem grande amplitude de variação de cota entre a vazante e a enchente, oscilando entre 2 e 18 m (GUYOT et al., 1999). Por conta disso, os rios amazônicos inundam sazonalmente extensas áreas junto às suas margens, dando origem às matas de igapó, como são conhecidas as extensões de floresta que ficam inundadas entre 5 e 7 meses por ano. As áreas de várzeas, extremamente férteis, chegam a constituir 7% da superfície (mais de 300 mil km2). Tal como os demais rios brasileiros são exorréicos (deságuam no oceano Atlântico), perenes (nunca secam) e distribuem-se entre rios de planície e de planalto. Embora uma boa parte dos rios da Amazônia Legal seja de planície, o que teoricamente desaconselharia sua utilização para fins de geração de energia, seu potencial hidrelétrico é estimado em mais de 130 mil MW (reunindo-se as bacias do rio Amazonas e do rio Tocantins), o que representa aproximadamente 50% do potencial hidrelétrico nacional.

As Bacias da Amazônia Legal

A Amazônia é mundialmente conhecida pelos seus magníficos recursos naturais. Inserida nesse contexto, apresenta a mais extensa rede hidrográfica do planeta, com milhares de quilômetros de rios quase totalmente navegáveis e cuja bacia ocupa uma área superior a 7.000.000 km², estendendo-se ao longo de uma faixa tropical, desde os Andes peruanos até o oceano Atlântico. A Amazônia Legal cobre mais de 5 milhões de km², o que representa cerca de 60% do território brasileiro, abrangendo os estados do Amazonas, Acre, Rondônia, Roraima, Amapá, Mato Grosso, Tocantins, Pará, Amapá e parte do Maranhão. Essa imensa região é constituída por 3 bacias principais (figura 13, abaixo): a Bacia do Amazonas, parte da Bacia do Tocantins e parte da Bacia do Atlântico Norte/ Nordeste, onde se distribuem dezenas de sub-bacias.

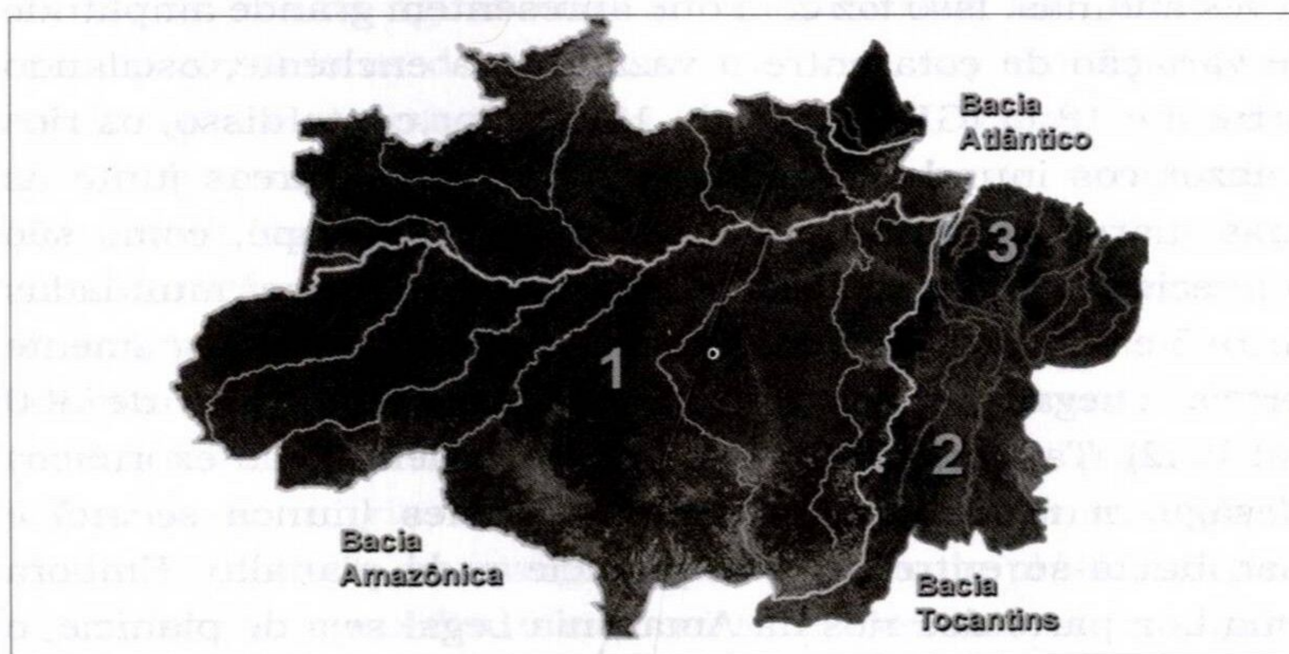


Figura 13 Abrangência das bacias constituintes da Amazônia Legal.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

A Bacia do Rio Amazonas

A Bacia Amazônica Brasileira, mostrada na figura 14, é formada por 10 sub-bacias (10 à 19) constituídas por milhares de rios e abrange sete estados: Amazonas (100%), Amapá (100%), Acre (100%), Roraima (100%), Rondônia (100%), Mato Grosso (67,8%) e Pará (76,2%). Estende-se desde a confluência do rio Javari, no extremo oeste do estado do Amazonas, até a foz do rio Amazonas, no oceano Atlântico. Possui, em território brasileiro, uma área de 4 milhões km² (63%), de um total de 6,8 milhões km², o que faz dela a maior bacia hidrográfica do mundo. Sua área em território brasileiro corresponde a 45,8% da área de drenagem do Brasil e seu deflúvio médio é da ordem de 209.000 m³/s (ou 133.000 m³/s, considerando apenas a contribuição nacional) o que corresponde a 73,2% do deflúvio nacional.

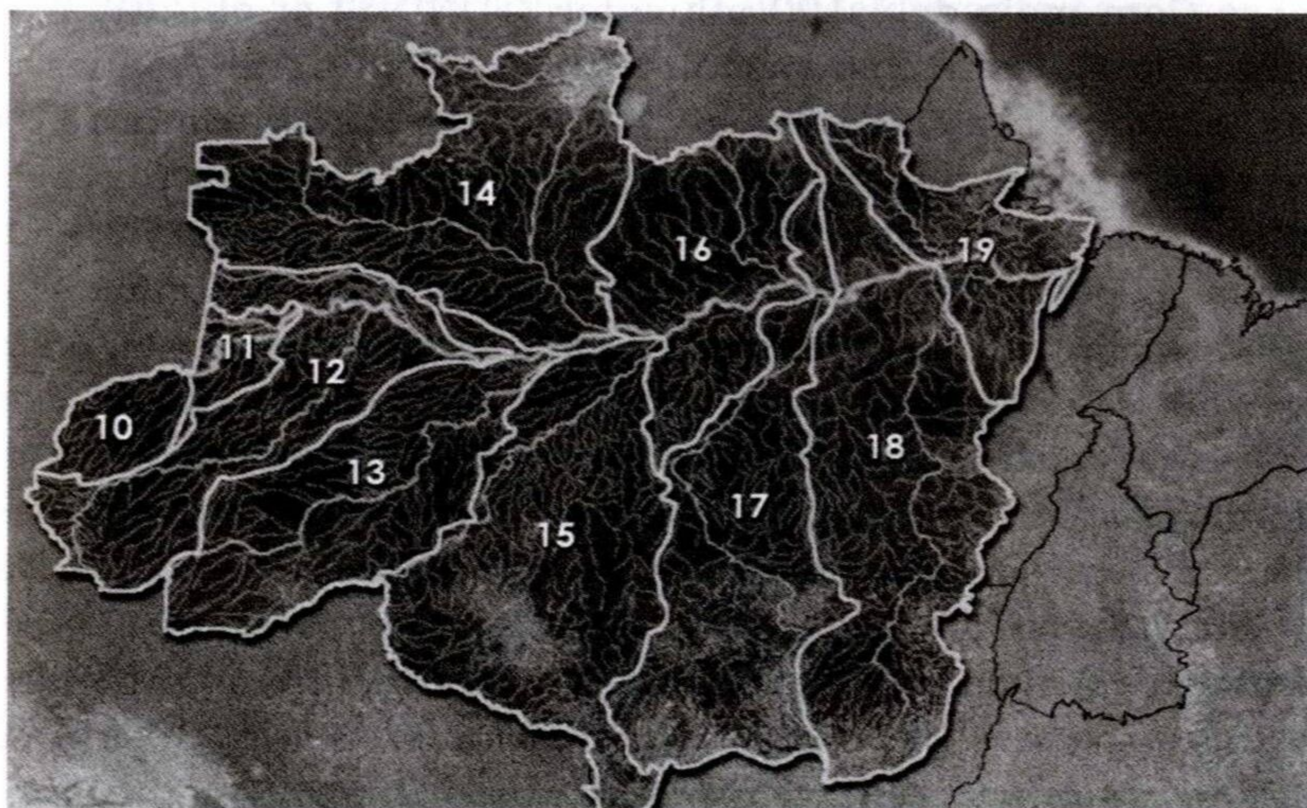


Figura 14 Sub-bacias da Bacia Amazônica Brasileira.

O Rio Amazonas

Nasce a 5.300 m de altitude, na montanha Nevado Mismi, nos Andes peruanos, com o nome de Vilcanota e recebe outras denominações (Tunguragua, Urubanda, Marañon ou Ucayali, ...) antes de ingressar no Brasil quando passa a se chamar Solimões. Mais adiante, a partir da confluência com o rio Negro, recebe o nome de Amazonas. É o terceiro no mundo em extensão, com 5.825 km, se considerado como sendo seu formador principal o Marañon. Caso se considere o Ucayali, sua extensão passa a ser de 6.571 km, o que o torna o segundo no mundo. Os critérios para se definir o formador principal não são absolutos e, por isso, a polêmica. Sua declividade em território brasileiro é de apenas 2 cm/km (desce de 65 m, em Benjamin Constant, até o oceano, numa distância superior a 3.000 km).

Com mais de 1.100 afluentes (TUNDISI et al., 2002), o Amazonas possui uma vazão média de 133.861 m^3/s apenas em território brasileiro (mais 71.527 m^3/s da contribuição da sua bacia internacional), o que faz dele o rio de maior vazão do planeta, contribuindo com cerca de 20% do deflúvio mundial (água recebida pelos oceanos no mundo todo). O gráfico 05, adiante mostra as vazões dos 10 maiores rios do mundo, onde a vazão do Amazonas equivale à soma das vazões dos 7 rios subseqüentes. Outro dado interessante diz respeito a sua descarga sólida média anual na foz, equivalente a 600 milhões de toneladas, segundo dados do Projeto HiBAm (Hidrologia da Bacia Amazônica), um projeto científico envolvendo o Brasil, Equador, Bolívia e França (www.ana.gov.br/hibam). Medidas realizadas entre 1976 e 1977 pelo United States Geological Survey apontam para valores da ordem de 930 milhões de toneladas/ano (MASSON, 2005).

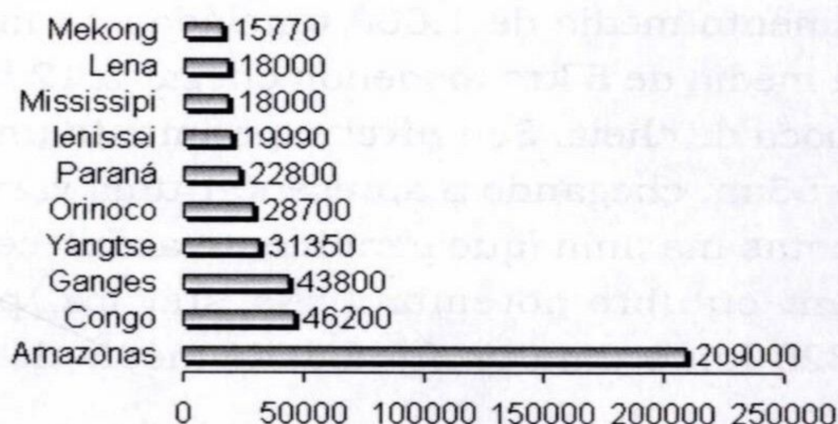


Gráfico 05 Vazão dos grandes rios do mundo FREITAS, 2003 (adaptado)

Com tais dimensões, apresenta importantes peculiaridades como as distintas sazonalidades a que estão submetidos seus afluentes. No estados do Amazonas, por exemplo, a estação das chuvas para os afluentes da margem esquerda ocorre nos meses de junho a outubro, enquanto para os afluentes da margem direita, acontece durante os meses de dezembro a maio. Considerando-se que a época de cheia do rio é o mês de junho, pode-se concluir que, conjuntamente, os afluentes da margem direita contribuem mais do que os da margem esquerda. Pelo fato de ser uma bacia de planície seus rios têm baixas declividades, drenando áreas com relevo pouco acidentado, o que os torna pouco atraentes para fins de aproveitamento energético. Um exemplo claro dessa característica é visto ao compararmos as dimensões dos lagos das hidrelétricas de Balbina, no rio Uatumã-AM (2.360 km²) e de Tucuruí, no rio Tocantins-TO (2.875 km²) com suas respectivas potencias instaladas: 250 MW (Balbina) e 3.980 MW (Tucuruí). Por outro lado, seus maiores rios são praticamente totalmente navegáveis. No total, a bacia Amazônica conta com 50.000 km de rios navegáveis para embarcações de deslocamento médio de 100 toneladas (MASSON, 2005). Cerca de 10.000 km desses rios podem ser navegados por navios

com deslocamento médio de 1.000 toneladas ou mais. Possui uma largura média de 5 km, podendo chegar a 12 km ou mais durante a época de cheia. Seu nível experimenta uma variação média de 10,55 m, chegando a apresentar uma variação de 16 m entre as cotas máxima (que geralmente acontece em junho) e mínima (em outubro-novembro). Na sua foz, possui uma largura de 320 km e uma profundidade média de 30 a 40 m (www.webciencia.com).

Os Principais Tributários do Rio Amazonas

A figura 15 mostra a distribuição e a localização dos principais tributários do rio Amazonas, sendo cinco deles em cada margem, os quais estão entre os mais caudalosos rios do Brasil. Na margem esquerda estão o Iça (4%), o Japurá (9%), o Negro (14%), o Trombetas e o Jarí (1%), que drenam as águas das chuvas do verão boreal. Na margem direita o Juruá (4%), o Purus (5%), o Madeira (15%), o Tapajós (6%) e o Xingu (5%), que drenam as águas do verão austral. Os percentuais dentro dos parênteses indicam as distintas contribuições para a formação da descarga total. Um destaque especial deve ser dado às bacias do Madeira, Negro, Tapajós e Xingu, que possuem mais de 500.000 km² de área, superfície maior do que a de alguns importantes países da Europa, como a Itália (301 mil km2) e a Alemanha (357 mil km2), por exemplo.

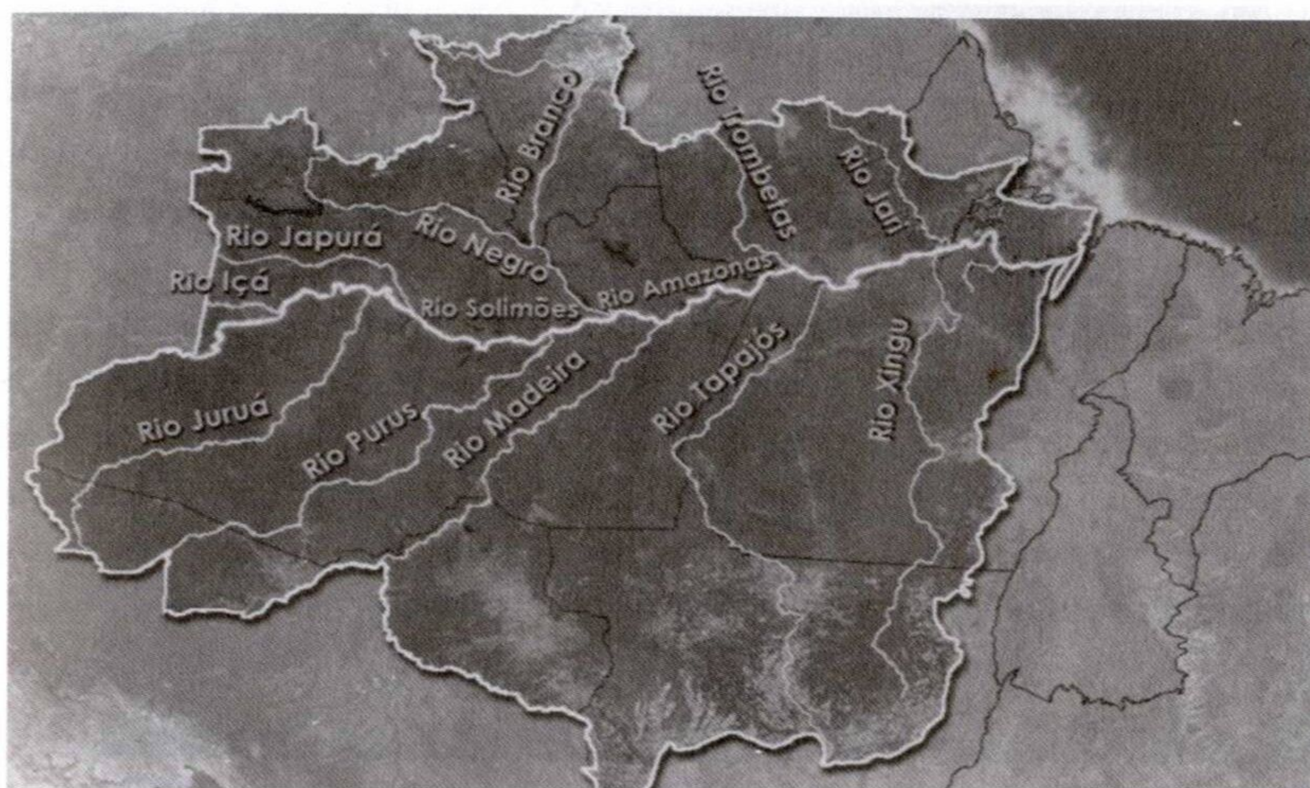


Figura 15 Principais tributários do rio Amazonas.

A Sub-Bacia 10



Figura 16 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 10.

A sub-bacia 10, mostrada em destaque na figura 16, abrange uma área de drenagem que vai desde o ponto de ingresso do Solimões no Brasil, na fronteira do Peru com o estado do Amazonas, até a confluência do rio Javari, inclusive. Seus principais rios são o Curuçá, o Javari e o Itacuai. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em cinco diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2452 e 2741 mm. A média entre três pontos com séries acima de 15 anos foi de 2583 mm. A medida de descarga média de longo período (1980/2004) no ponto de medida mais próximo da foz foi de 2.520 m^3/s.

A Sub-Bacia 11

A sub-bacia 11, mostrada em destaque na figura 17, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre a confluência do rio Javari, exclusive, e o rio Auati-Paraná, exclusive. Seus principais rios são o Iça e o Jandiatuba. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em apenas três diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.799 mm e 2.452 mm. A média entre dois desses pontos com séries acima de 15 anos foi de 2.637 mm. A medida de descarga média de longo período (1973/2004) no ponto de medida mais próximo da foz foi de 54.884 m^3/s.



Figura 17 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 11.

A Sub-Bacia 12

A sub-bacia 12, mostrada em destaque na figura 18, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre o rio Auati-Paraná, inclusive, e o lago Coari, exclusive. Seus principais rios são o Jutaí, o Juruá, o Tarauacá, o Tefé e o Japurá. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos em trinta e quatro diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 3.342 mm e 1280 mm. A média entre dez pontos com séries acima de 20 anos foi de 2.717 mm. A presença de tributários importantes com fozes distintas conduziu a medidas de descarga em distintas seções, entre as quais destacam-se a do Japurá (1973/1986), com 14.333 m^3/s, a do Tefé (1981/2004), com 4.229 m^3/s, a do Juruá (1972/2003), com 4.812 m^3/s, e a do Jutaí (1980/2004), com 1.715 m^3/s.

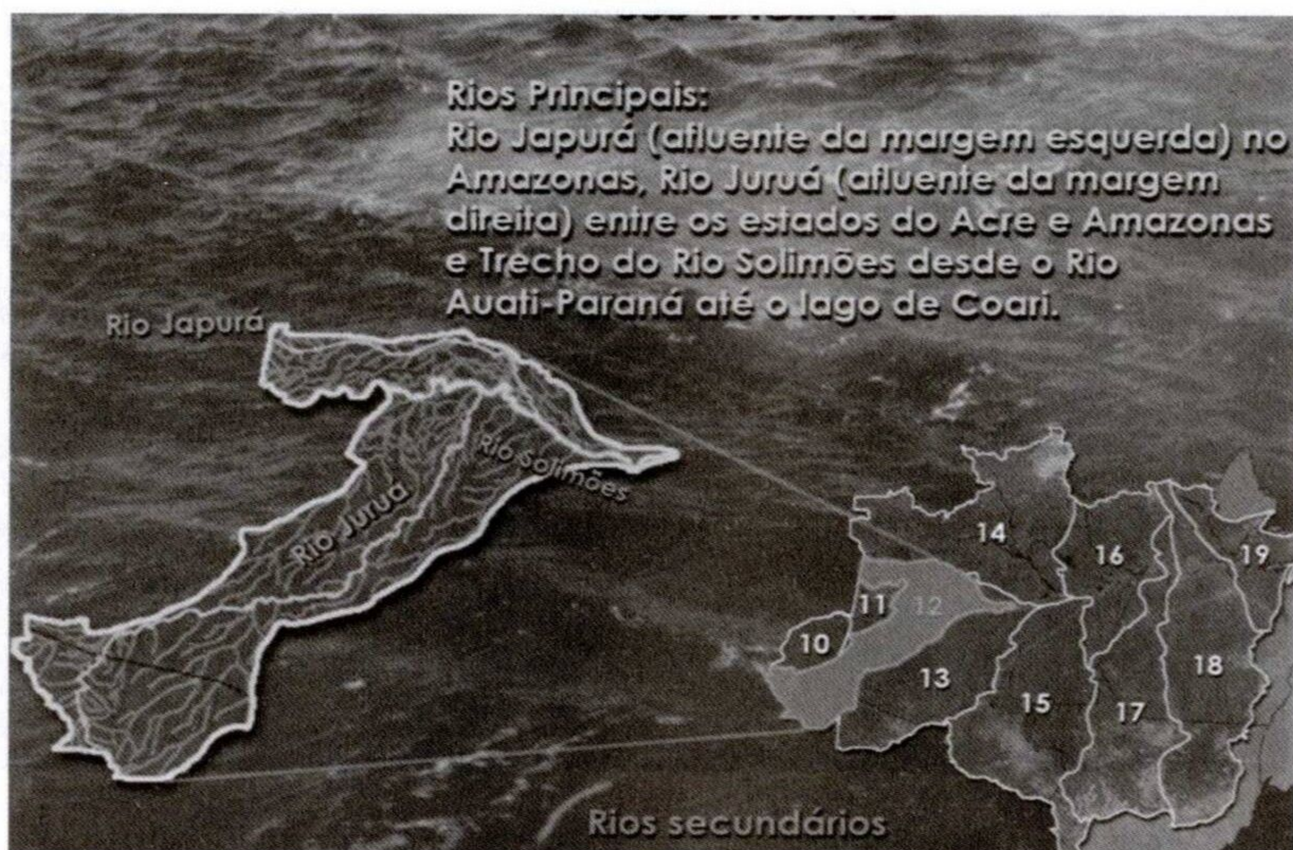


Figura 18 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 12.

A Sub-Bacia 13

A sub-bacia 13, mostrada em destaque na figura 19, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre o lago Coari, inclusive, e o rio Purus, inclusive. Seus principais rios são o Purus, o Iaco, o Acre, o Ituxi, o Mucuim e o Tapauá. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos em trinta e três diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 3.087 mm e 1.498 mm. A média entre cinco pontos com séries acima de 20 anos foi de 2.054 mm. A medida de descarga média de longo período (1975/2004) realizada na seção do Purus mais próximo da foz foi de 10.330 m^3/s.



Figura 19 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 13.

A Sub-Bacia 14

A sub-bacia 14, mostrada em destaque na figura 20, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre a confluência do Amazonas com o Purus, exclusive, e a confluência com o Negro, inclusive.. Seus principais rios são o Negro, o Branco, o Uraricoera, o Cotingo, o Mucajaí, o Alalau, o Manacapuru e o Uaupés. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos em cinqüenta e nove diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 3.899 mm e 1.089 mm. A média entre vinte e cinco pontos com séries acima de 20 anos foi de 2.315 mm. A medida de descarga média de longo período (1977/2001) realizada na seção do rio Negro no trecho à montante de Barcelos, a mais próxima da foz, foi de 16.573 m^3/s.

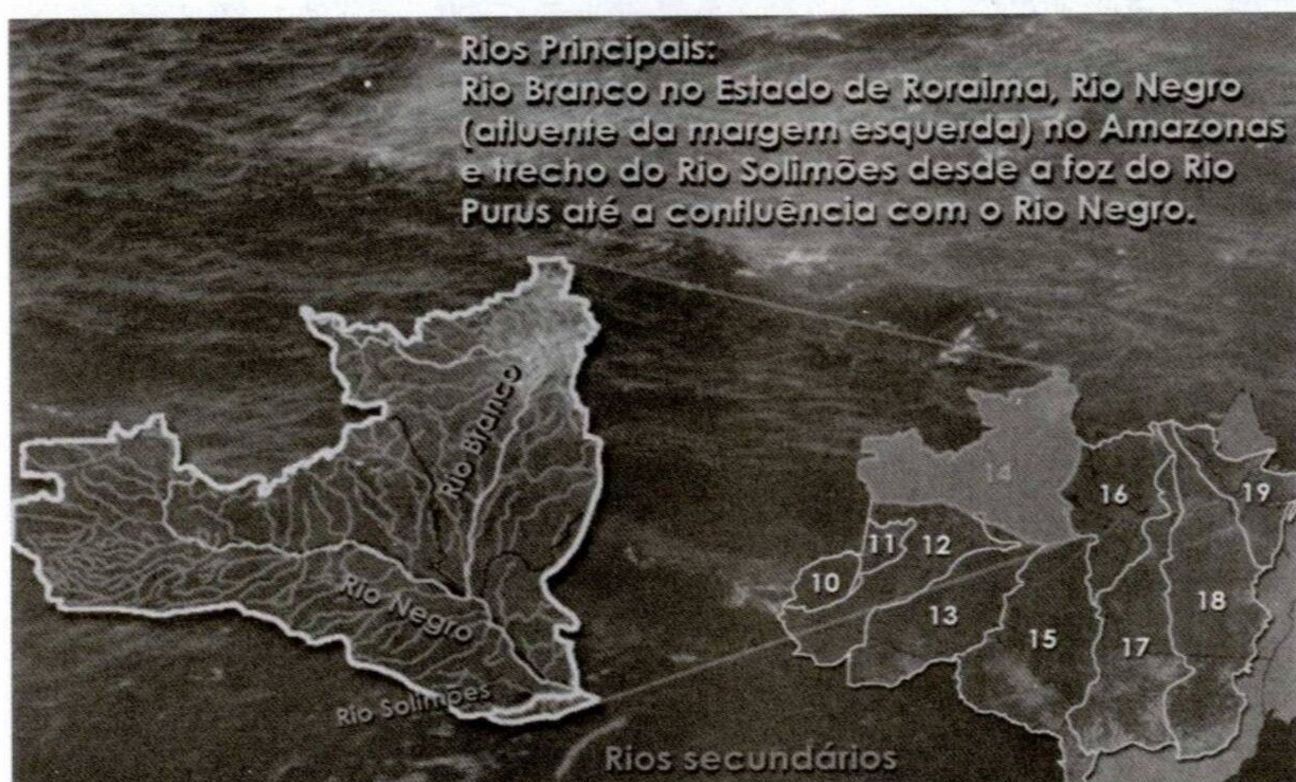


Figura 20 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 14.

A Sub-Bacia 15



Figura 21 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 15.

A sub-bacia 15, mostrada em destaque na figura 21, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre a confluência do Amazonas com o Negro, exclusive, e a confluência com o rio Madeira, inclusive. Seus principais rios são o Madeira, Guaporé, Alegre, Pacaás, Jamari, Canaã, Ávila, Pimenta Bueno, Ji-Paraná e o Jaru, entre outros. Na ausência dos dados pluviométricos, o padrão de precipitação extraído da média entre os totais anuais médios de Rio Branco e Porto Velho (série 1961/1990), as estações mais próximas, aponta para o índice de 2.418 mm. A fluviometria obtida em distintos períodos em quarenta e cinco diferentes pontos da bacia apresenta medida de descarga média de longo período (1967/2001) realizada na seção do rio Madeira, em Fazenda Vista Alegre, próximo à foz, de 31.003 m³/s.

A Sub-Bacia 16



Figura 22 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 16.

A sub-bacia 16, mostrada em destaque na figura 22, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre a foz do rio Madeira, exclusive, e a foz do rio Trombetas, inclusive. Seus principais rios são o Trombetas, Uatumã, Jatapu, Maués, Mapuera, Paru do Oeste e Cumina. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos em vinte e sete diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.633 mm e 1.637 mm. A média entre seis pontos com séries acima de 20 anos foi de 2.445 mm. A presença de tributários importantes com fozes distintas conduziu a medidas de descarga em distintas seções, entre as quais destacam-se a do Uatumã em Cachoeira Porteira (1973/2001), com 671 m³/s, a do Cumina em Vista Alegre (1988/1988), com 594 m³/s, a do Trombetas em Caramujo (1987/2003), com 1899 m³/s, e a do Maués em Castanho (1980/1997), com 500 m³/s.

A Sub-Bacia 17



Figura 23 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 17.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

A sub-bacia 17, mostrada em destaque na figura 23, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre a confluência do rio Trombetas, exclusive, e a confluência do rio Tapajós, inclusive. Os seus principais rios são o Curua, Juruena, do Sangue, Arinos, Teles Pires, Verde, Peixoto de Azevedo, São Manuel, Tapajós, Cururu e Igarapé Açu. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos em setenta diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.414 mm e 1.511 mm. A média entre quarenta pontos com séries acima de 20 anos foi de 2.008 mm. Entre as medidas de descarga em distintas seções, destacam-se a do Tapajós em Jatobá (1972/1998), com 10.796 m^3/s e a do Tapajós em Jatobá/2º conjunto (1996/2003), com 8.667 m^3/s.

A Sub-Bacia 18

A sub-bacia 18, mostrada em destaque na figura 24, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre a confluência do rio Tapajós, exclusive, e foz do rio Xingu, inclusive. Seus principais rios são o Curua-Uma, Maicuru, Uruara, Paru, Culuene, Ronuro, Xingu, Fresco, Iriri e Bacajá. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos em quarenta e três diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.170 mm e 1.515 mm. A média entre vinte e um pontos com séries acima de 20 anos foi de 1.842 mm. A medida de descarga média de longo período (1971/2003) realizada na seção do rio Xingu mais próxima da foz, em Altamira, foi de 7.825 m^3/s.



Figura 24 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 18.

A Sub-Bacia 19

A sub-bacia 19, mostrada em destaque na figura 25, abrange uma área de drenagem que está compreendida entre a confluência do rio rio Xingu, exclusive, e a foz do rio Amazonas. Seus principais rios são o Jarí, Camotim, Anajás, Para, Arari, São José, Câmara e Caxiuanã. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos em vinte e um diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.861 mm e 1.841 mm. A média entre oito pontos com séries acima de 20 anos foi de 2.428 mm. Entre as medidas de descarga em distintas seções, destacam-se a do Jarí em São Francisco (1972/2004), com 1.041 m^3/s e a do Caxiuanã em Pacajás (1981/2002), com 140 m^3/s.

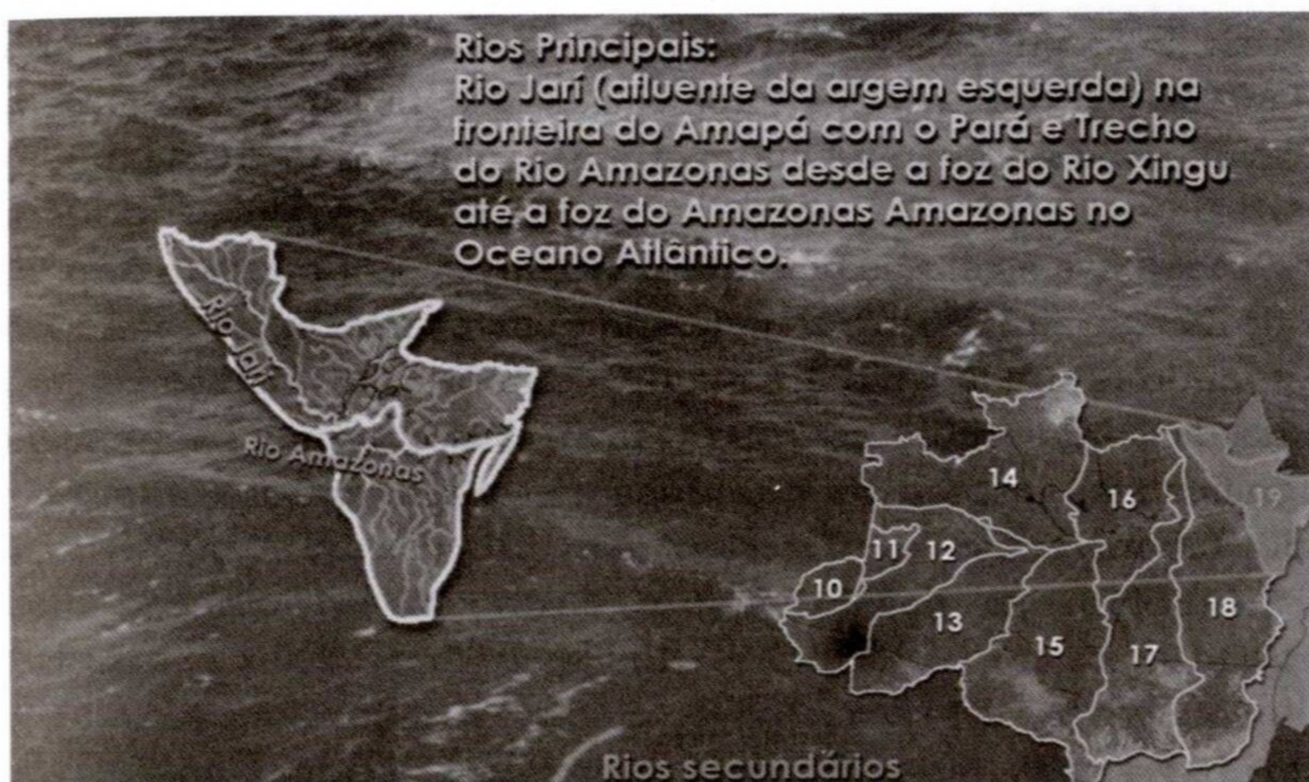


Figura 25 Bacia Amazônica Brasileira, sub-bacia 19.

Disponibilidade Hídrica da Amazônia

Os registros apresentados na figura 26 mostram que próximo ao ponto de ingresso do rio Solimões no Brasil, em São Paulo de Olivença, as medidas de descarga média de longo período apresentaram registros da ordem de 46.500 m^3/s, tendo drenado uma área equivalente a 990.780 km^2, o que significa cerca de 61% da contribuição externa (75.620 m^3/s). No médio Amazonas, em Manacapuru, depois das contribuições do Içá (8.800 m^3/s), Japurá (18.620 m^3/s), pela margem esquerda, e do Juruá (8.440 m^3/s), Jutaí (3.020 m^3/s) e Purus (11.000 m^3/s), da margem direita, tendo drenado uma área equivalente a 2.147.740 km^2, as medidas apontam uma descarga média de 103.000 m^3/s. Mais adiante, na localidade de Jatuarana, depois da confluência com o Negro (28.400 m^3/s) e para uma área drenada de 2.854.300 km^2, as medidas apontam para uma descarga de 131.600 m^3/s. Seguindo para jusante recebe as

águas do Trombetas (2.555 m^3/s), pela margem esquerda, e do Madeira (31.200 m^3/s) e Tapajós (13.500 m^3/s), pela margem direita, registrando, em Óbidos, uma descarga de 168.700 m^3/s, para uma área de drenagem de 4.618.750 km^2. Desde aí até a foz, incorpora as águas do Jarí (1.880 m^3/s) pela margem direita, e do Xingu (9.700 m^3/s) pela margem esquerda, chegando à foz tendo drenado uma área equivalente a 6.112.000 km^2, com uma descarga média de 209.000 m^3/s. Em períodos de cheias significativas estima-se que essa descarga chegue a atingir 280.000 m^3/s.

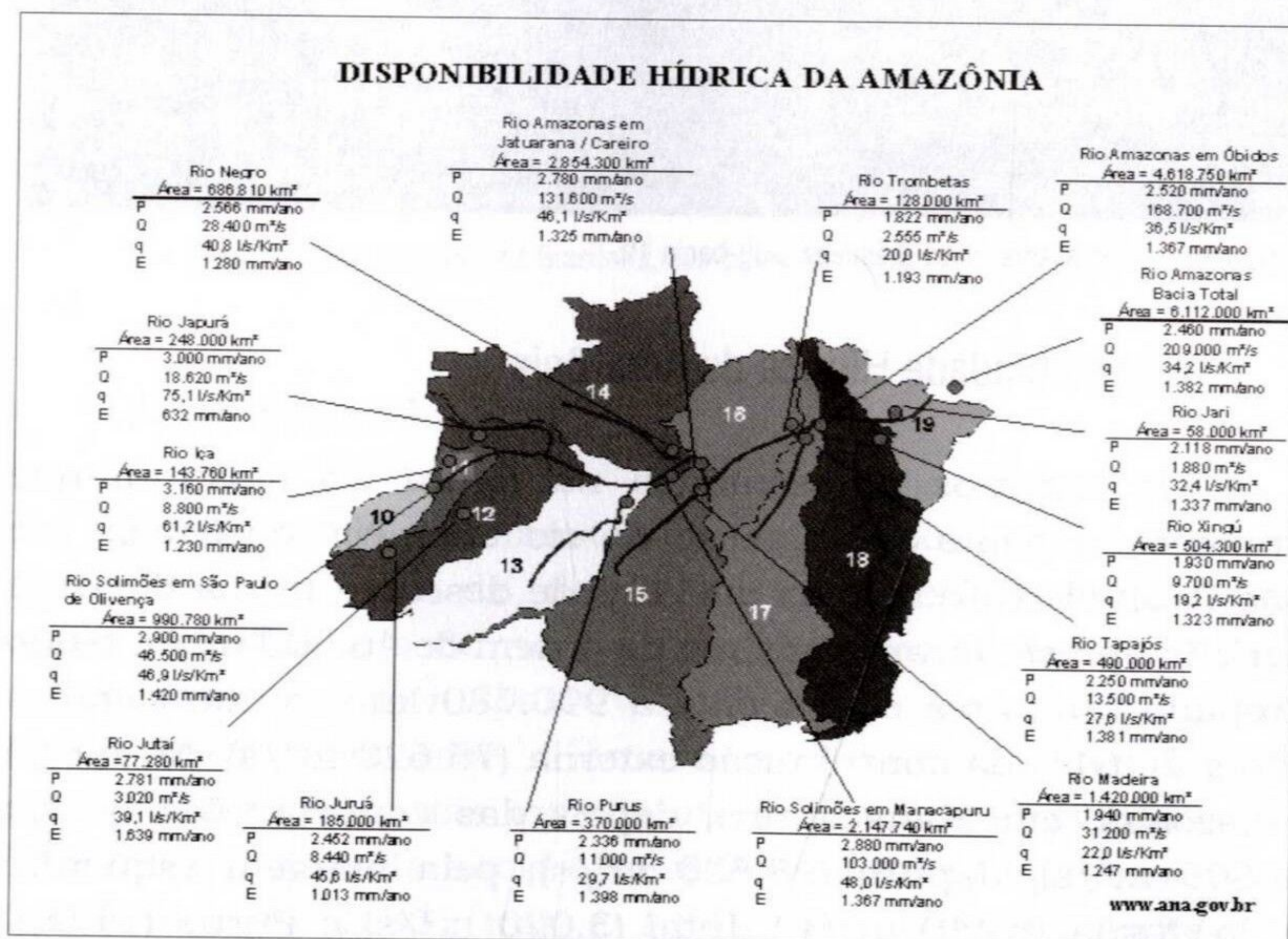


Figura 26 Quadro geral da disponibilidade hídrica da Amazônia.

A Bacia do Rio Tocantins

A maior bacia genuinamente nacional, com 767.000 km^2, a Bacia do Tocantins, mostrada na figura 27, ocupa cerca

de 8,9% do território nacional, abrigando uma população de 3.503.365 habitantes (IBGE, 1996), equivalente a 2,2% da população brasileira. Apresenta uma vazão média de 11.800 m^3/s e uma disponibilidade hídrica de 372,2 km^3/ano (SIH/ANEEL, www.ambientebrasil.com.br). A Bacia é formada por dez sub-bacias das quais sete fazem parte da Amazônia Legal. São as sub-bacias 21, 22, 23, 26, 27, 28 e 29. Estende-se no sentido longitudinal, desde o planalto goiano até a foz amazônica, margeando com a bacia amazônica pelo leste e a bacia do Atlântico Sul pelo oeste. Tem regime hidrológico bem definido. No Tocantins, a época de cheia estende-se de outubro a abril, com pico em fevereiro, no curso superior, e março, nos cursos médio e inferior. No Araguaia, as cheias são maiores e um mês atrasadas em decorrência do extravasamento da planície do Bananal. Os dois rios secam entre maio e setembro, sendo este o mês em que apresentam seus picos de seca.

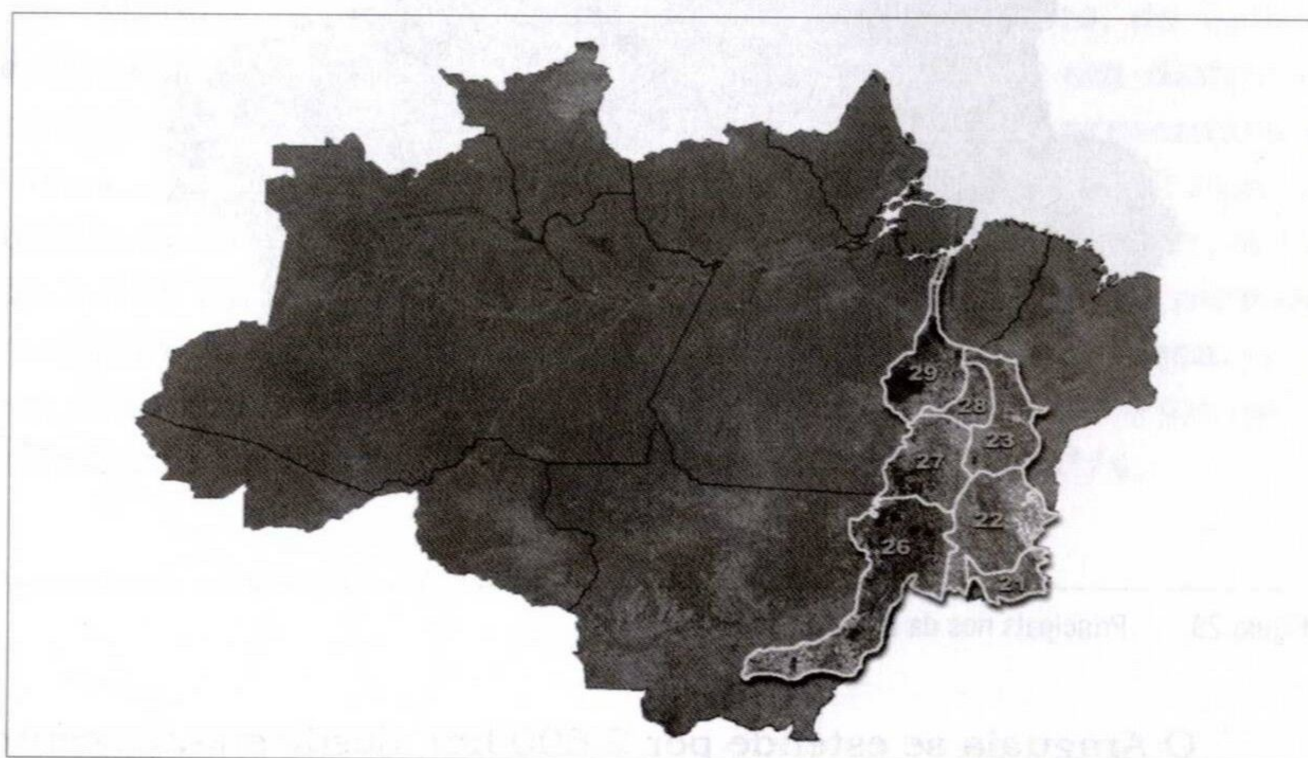


Figura 27 Sub-bacias da Bacia do Tocantins na Amazônia Legal.

Os Rios Tocantins e Araguaia e seus Principais Afluentes

O rio Tocantins é o principal rio da bacia (figura 28). Nasce na confluência dos rios Maranhão e Paranã, em Goiás, e possui 2.640 km de extensão até a sua foz, no delta amazônico. Desse total, 1900 km são navegáveis entre as cidades de Peixe (GO) a Belém (PA), em períodos das altas vazões. Durante os períodos secos, apresenta perigosas corredeiras e bancos de areia que permitem a navegação apenas no trecho de Miracema do Norte (TO) para jusante. Seus principais afluentes são os rios Manuel Alves da Natividade, Sono, Manuel Alves Grande e Farinha, pela margem direita, e Santa Tereza, Itacaiúnas e Araguaia, pela margem esquerda.

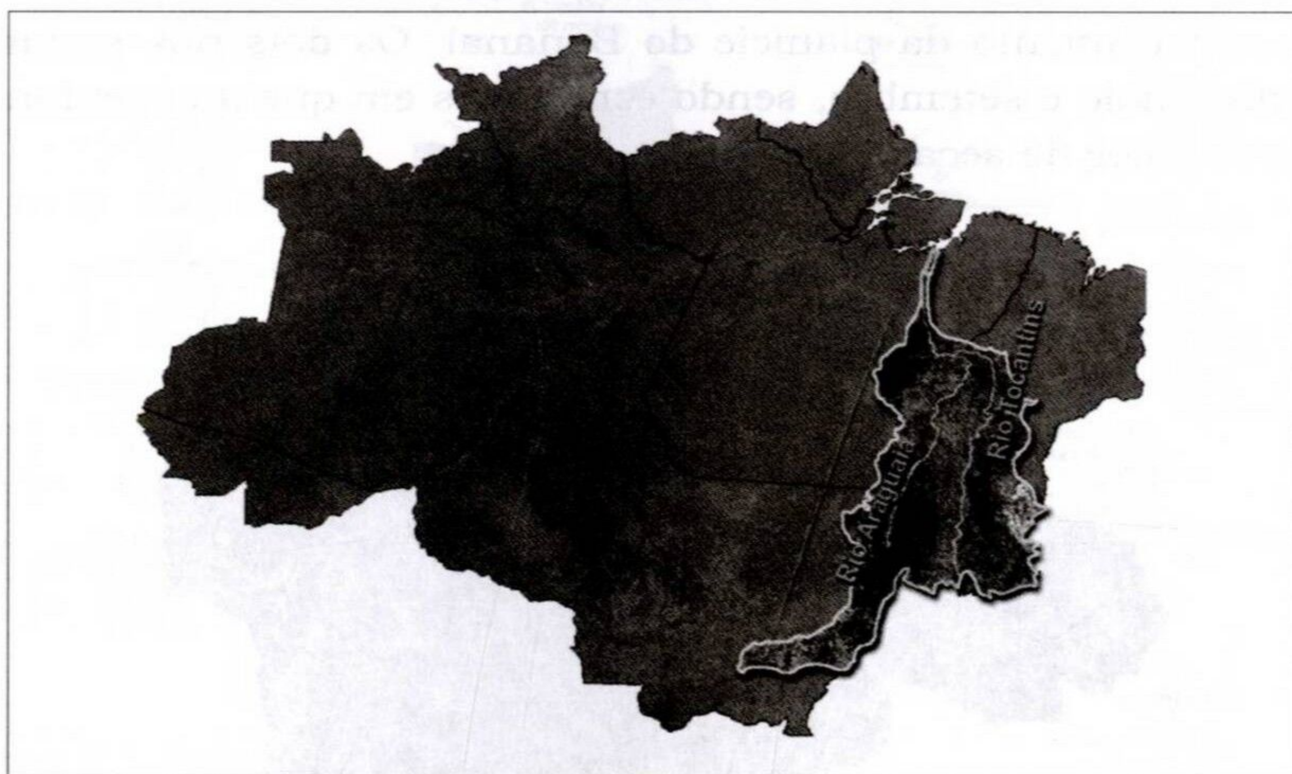


Figura 28 Principais rios da Bacia do Tocantins.

O Araguaia se estende por 2.600 km, desde sua nascente na serra das Araras, no Mato Grosso, até desembocar no Tocantins na localidade de São João do Araguaia, próximo a

Marabá (PA). No extremo nordeste do Mato Grosso, divide-se em dois braços por cerca de 320 km formando a ilha do Bananal, a maior ilha fluvial do mundo. Seu braço direito recebe o nome de Javaés. O Araguaia é navegável por cerca de 1.160 km, entre as localidades de São João do Araguaia e Beleza. Seus principais afluentes pela margem direita são os rios do Peixe, Formoso, Xavante, Água Limpa, Vermelho, Caiapó e das Lontras, e, pela margem esquerda, Mortes ou Manso, das Garças, Barreiros, Cristalino e das Vertentes. A figura 27 mostra a posição relativa de ambos na área de cobertura das sub-bacias consideradas.

A Sub-Bacia 21

A sub-bacia 21, mostrada em destaque na figura 29, abrange uma área de drenagem do rio Tocantins que vai desde a confluência do rio Preto, exclusive, até a confluência do rio Paraná, inclusive. Seus principais rios são o Paraná, Corrente, São Mateus, São Domingos, São Vicente, Mosquito, da Palma e Tocantins. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em dezoito diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 1.951 mm e 1.102 mm. A média entre dezesseis pontos com séries acima de 15 anos foi de 1.435 mm. As medidas de descarga média de longo período próximo à saída da bacia apresentaram no rio Tocantins em São Salvador (1977/2001), 882 m^3/s, e no rio Paranã a montante da Barra do Palma (1977/2002), 416 m^3/s.

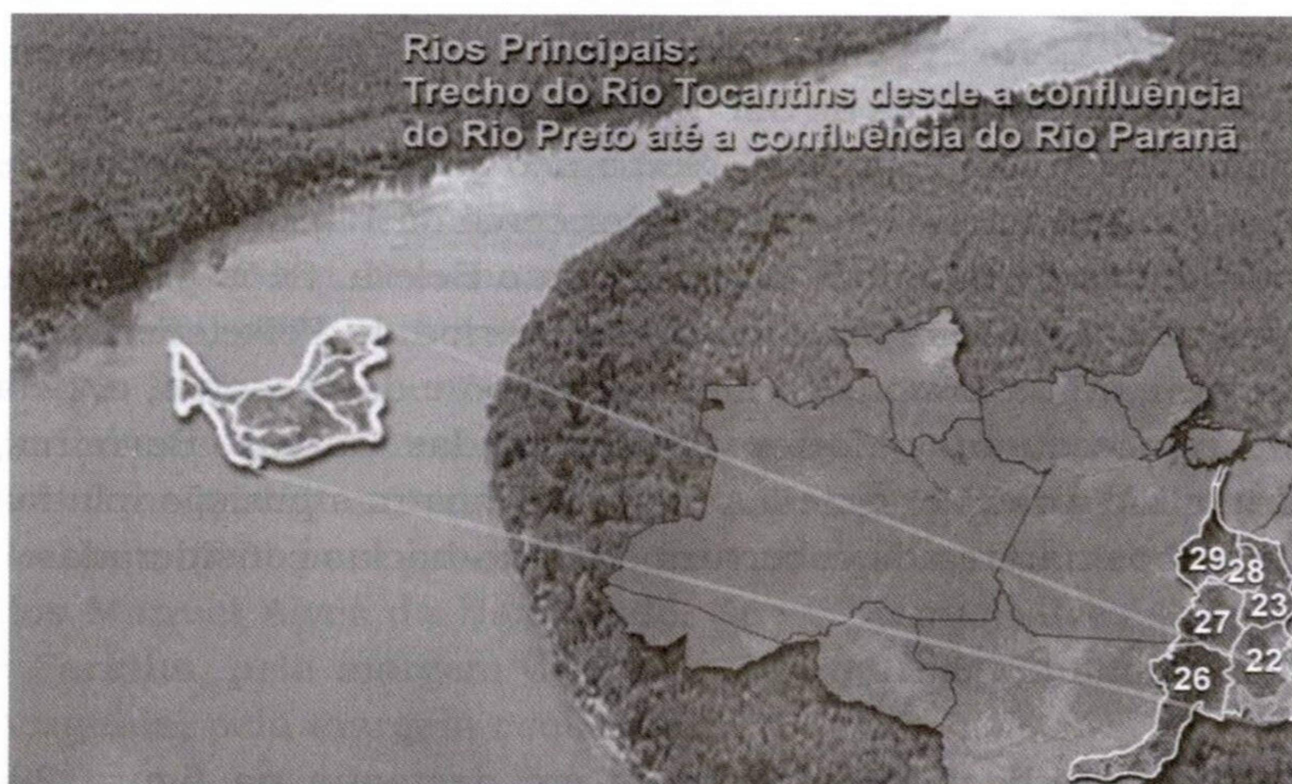


Figura 29 Bacia do Tocantins, sub-bacia 21.

A Sub-Bacia 22

A sub-bacia 22, mostrada em destaque na figura 30, abrange uma área de drenagem do rio Tocantins que vai desde a confluência do rio Paranã, exclusive, até a confluência do rio do Sono, inclusive. Seus principais rios são o Tocantins, Santa Tereza, Manuel Alves, das Balsas, do Sono e Perdida. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em vinte e três diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.010 mm e 1.411 mm. A média entre dezenove pontos com séries acima de 15 anos foi de 1.595 mm. As medidas de descarga média de longo período em três seções próximo à saída da bacia apresentaram no rio Tocantins em Miracema do Norte (1969/2002), 2.209 m³/s, no rio Sono em Novo Acordo (1972/2002), 309 m³/s, e no rio Perdida em Dois Irmãos (1973/2002), 168 m³/s.



Figura 30 Bacia do Tocantins, sub-bacia 22.

A Sub-Bacia 23

A sub-bacia 23, mostrada em destaque na figura 31, abrange uma área de drenagem do rio Tocantins que vai desde a confluência do rio do Sono, exclusive, até a confluência do rio Araguaia, exclusive. Seus principais rios são o Tocantins, Ribeirão dos Cavalos, Manuel Alves, Farinha e Sereno. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em onze diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 1.871 mm e 1.475 mm. A média entre dez pontos com séries acima de 15 anos foi de 1.675 mm. As medidas realizadas na seção mais próxima à saída da bacia no rio Tocantins, em Itaguatins (1969/1977), apresentaram uma descarga média de longo período de 4.533 m^3/s.

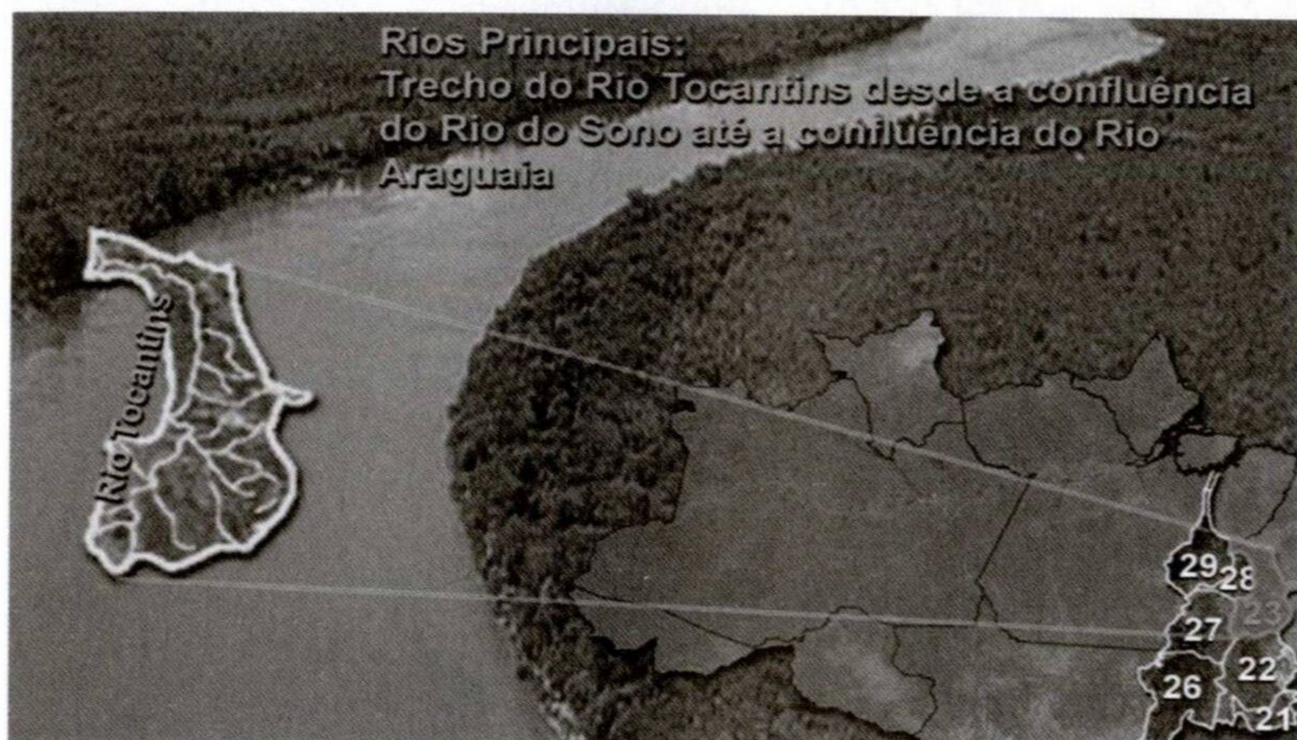


Figura 31 Bacia do Tocantins, sub-bacia 23.

A Sub-Bacia 26



Figura 32 Bacia do Tocantins, sub-bacia 26.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

A sub-bacia 26, mostrada em destaque na figura 32, abrange uma área de drenagem do rio Araguaia que vai desde a sua bifurcação até a confluência dos seus dois braços, incluindo a ilha do Bananal. Seus principais rios são o Araguaia, o Javaés, Sangradouro e das Mortes. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em vinte e dois diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 1.708 mm e 1.411 mm. A média entre sete pontos com séries acima de 15 anos foi de 1.602 mm. As medidas realizadas em duas seções próximas à saída da bacia apresentaram no rio Araguaia, a jusante da Barra da Forquilhinha (1984/2003), descarga média de longo período de 104 m³/s, e no rio das Mortes, em Santo Antônio de Leverger (1969/2003), 845 m³/s.



Figura 33 Bacia do Tocantins, sub-bacia 27.

A sub-bacia 27, mostrada em destaque na figura 33, abrange uma área de drenagem do rio Araguaia que vai desde a confluência dos seus dois braços (Araguaia e Javaés) até a confluência do rio Santa Maria, inclusive. Seus principais rios são o Araguaia, Piranhas, do Coco e Caiapó. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em doze diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.223 mm e 1.427 mm. A média entre sete pontos com séries acima de 15 anos foi de 2.031 mm. As medidas realizadas em uma seção próxima à saída da bacia, no rio do Coco em Caseara (1999/2002), apresentaram descarga média de longo período de 112 m³/s.

A Sub-Bacia 28

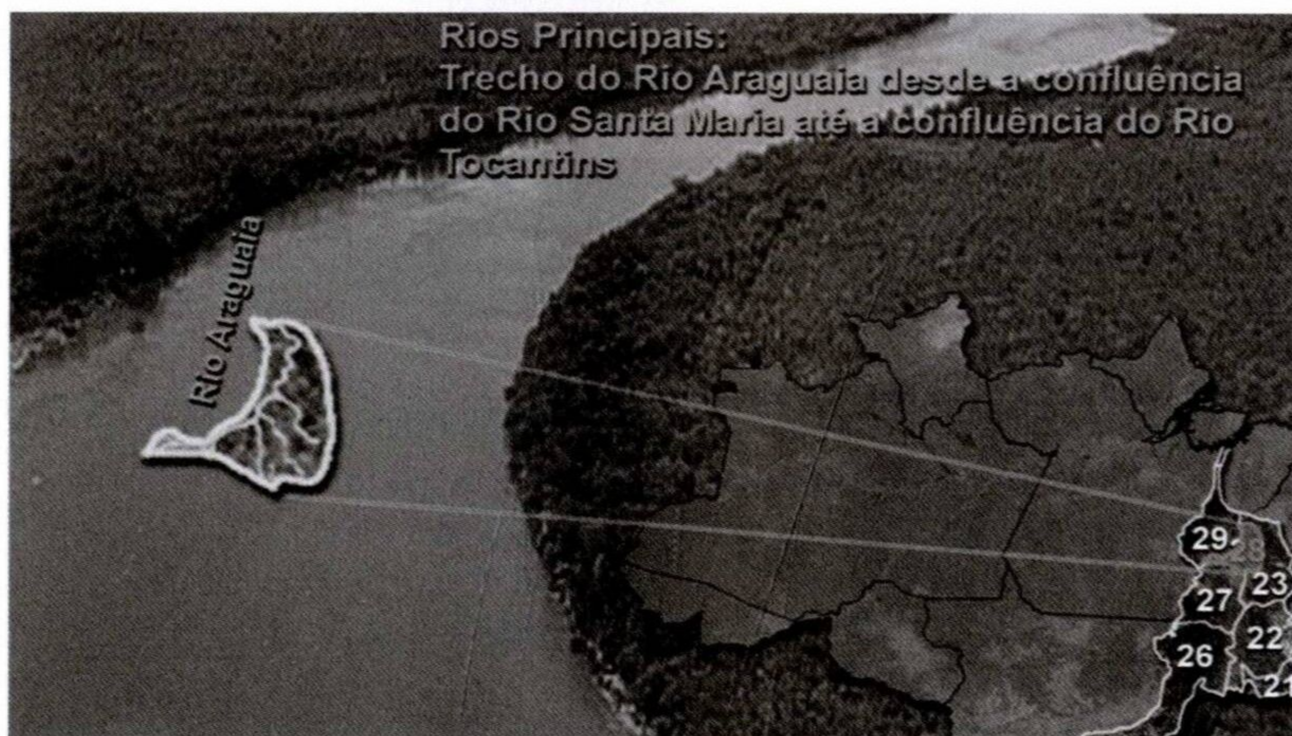


Figura 34 Bacia do Tocantins, sub-bacia 28.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

A sub-bacia 28, mostrada em destaque na figura 34, abrange uma área de drenagem do rio Araguaia que vai desde a confluência do rio Santa Maria, exclusive, até a confluência dos rios Tocantins e Araguaia. Seus principais rios são o Araguaia, Lontra e Muricizal. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em sete diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 1.899 mm e 1.447 mm. A média entre cinco pontos com séries acima de 15 anos foi de 1.608 mm. A medida de descarga média de longo período realizada em uma seção próxima à saída da bacia apresentou no rio Araguaia, em Araguatins (1974/2004), 6.087 m^3/s.

A Sub-Bacia 29

A sub-bacia 29, mostrada em destaque na figura 35, abrange uma área de drenagem do rio Tocantins que vai desde a confluência com o Araguaia até a sua foz. Seus principais rios são o Tocantins, o Itacaiunas e o Paraupebas. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em quatorze diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.898 mm e 1.573 mm. A média entre sete pontos com séries acima de 15 anos foi de 1.852 mm. A medida de descarga média de longo período realizada em uma seção no rio Tocantins, próximo a Tucuruí (1978/2002), atingiu 11.326 m^3/s.

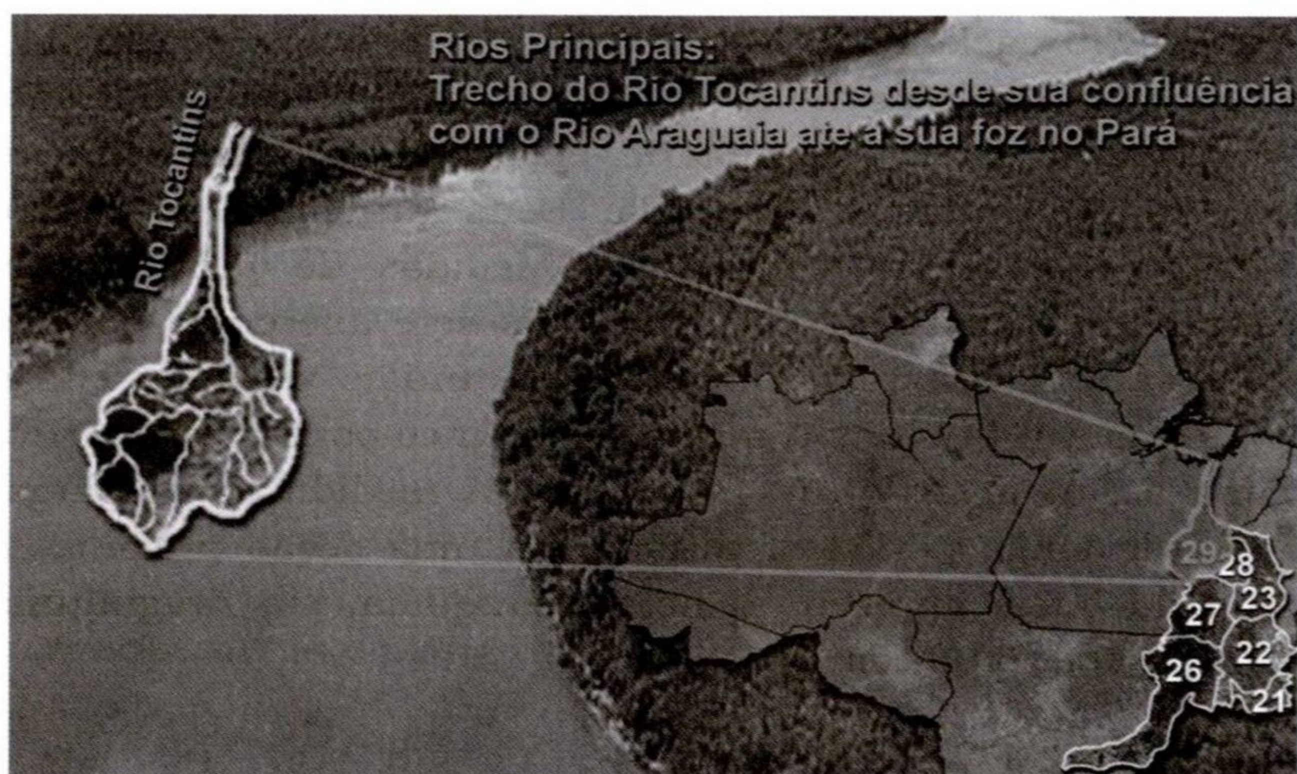


Figura 35 Bacia do Tocantins, sub-bacia 29.

A Bacia do Atlântico Sul/Trecho Norte

O Brasil possui ao longo de seu extenso litoral três conjuntos de bacias secundárias as quais são reunidas na chamada Bacia do Atlântico Sul (trechos: Norte/Nordeste; Leste; e Sudeste). Fazem parte da Amazônia Legal parte das sub-bacias do trecho Norte/Nordeste (sub-bacias 30, 31, 32 e 33), mostradas na figura 36, que compreendem os estados do Amapá e partes do Maranhão e do Pará. Na sua totalidade, a bacia do Atlântico Sul – trecho Norte ocupa uma área de drenagem de 76.000 km², correspondente a 0,9% do território nacional, abrigando uma população de 406.324 habitantes, equivalente a 0,3% da população brasileira. Apresenta uma vazão média de 5.390 m³/s e uma disponibilidade hídrica de 115,42 km³/ano (SIH/ANEEL, www.ambientebrasil.com.br).

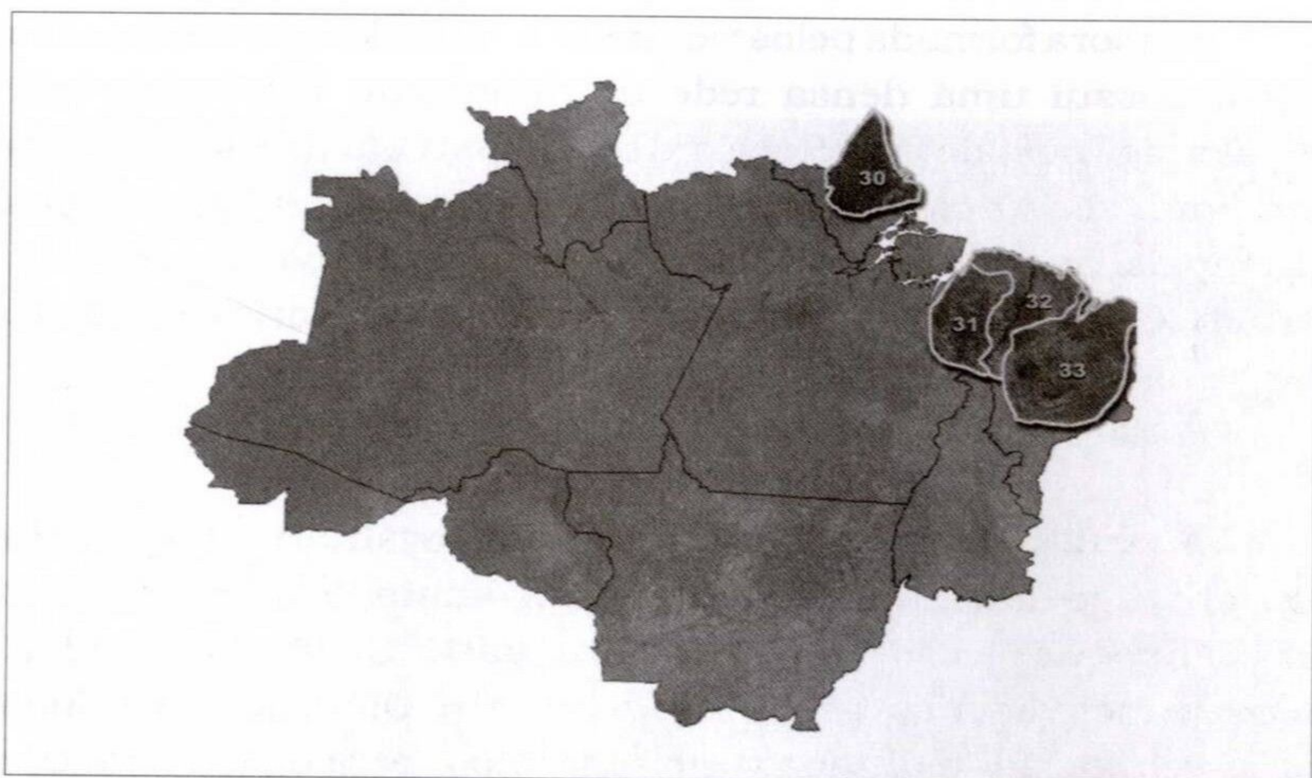


Figura 36 Bacia do Atlântico Sul, sub-bacias do trecho Norte.

Principais Rios da Bacia do Atlântico Sul – Trecho Norte

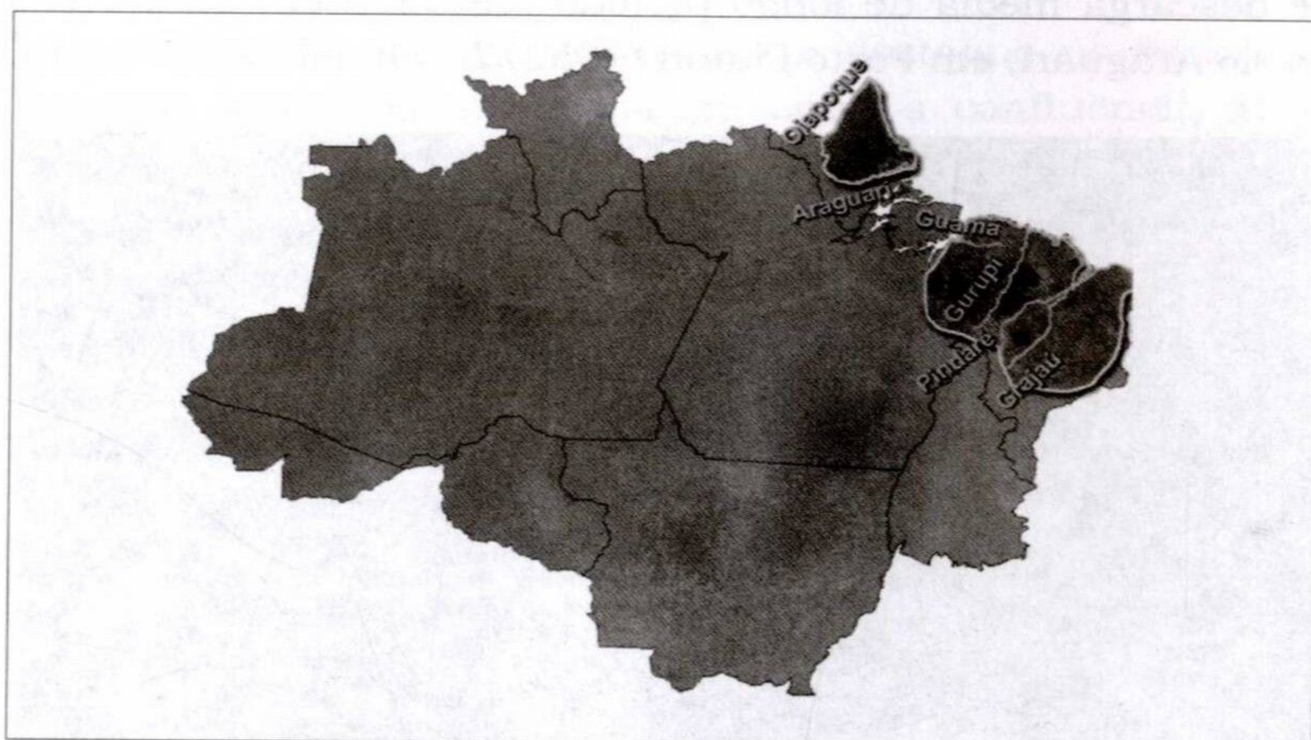


Figura 37 Principais rios da Bacia do Atlântico Sul, trecho Norte.

Embora formada pelos rios menos caudalosos da Amazônia Legal, possui uma densa rede de drenagem. Diferentemente de alguns rios do trecho Nordeste, com quem formam um conjunto, seus rios são perenes na sua quase totalidade. Seus principais rios (figura 37) são o Oiapoque, Araguari, Guama, Capim, Gurupi, Turiaçu, Pindaré, Itapecuru, Mearim e Grajaú.

A Sub-Bacia 30

A sub-bacia 30, mostrada em destaque na figura 38, abrange uma área de drenagem limitada ao norte pelo rio Oiapoque e ao sul pelo Araguari, incluindo ambos. Seus principais rios são o Araguari e o Oiapoque. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em dez diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 4.254 mm e 2.159 mm. A média entre seis pontos com séries acima de 15 anos foi de 3.429 mm. A medida de descarga média de longo período realizada em uma seção no rio Araguari, em Porto Platon (1952/2003), foi de 977 m^3/s.

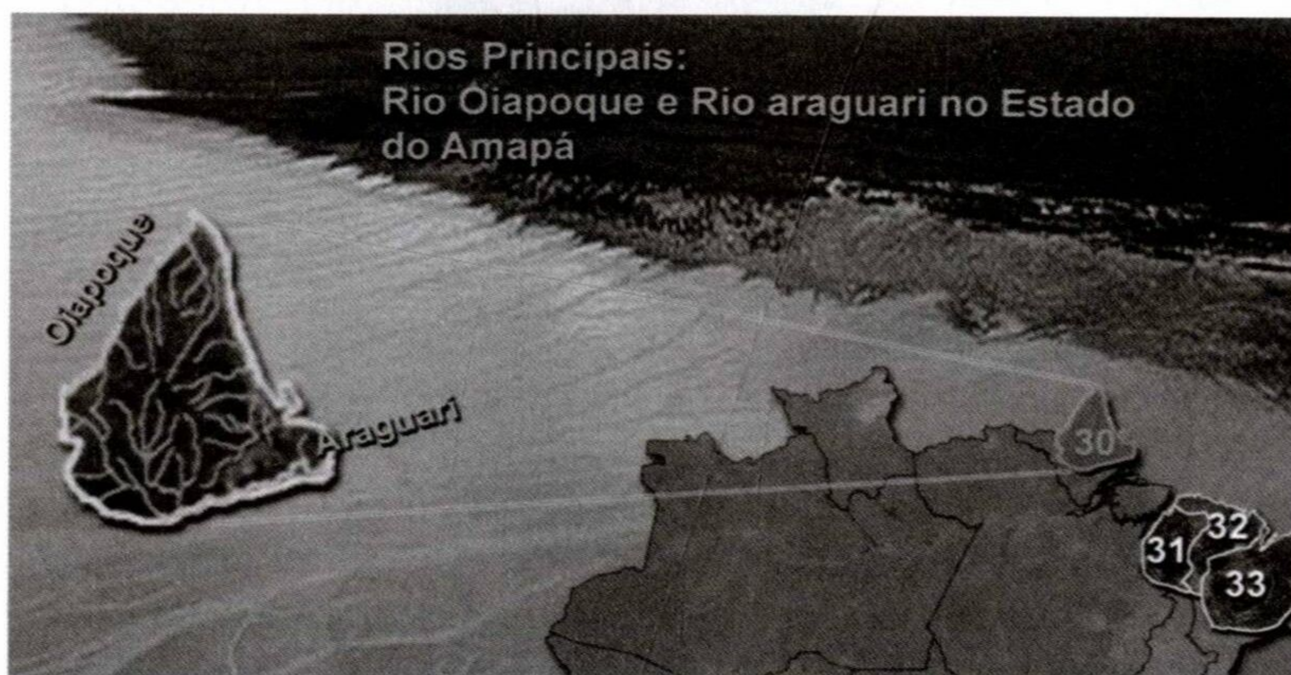


Figura 38 Bacia do Atlântico Sul, trecho Norte, sub-bacia 30.

Paulo Afonso Fisher Kuhn
Ricardo Luiz Godinho Dallarosa
Everaldo Barreiros de Souza
Renato Cruz Senna

A Sub-Bacia 31

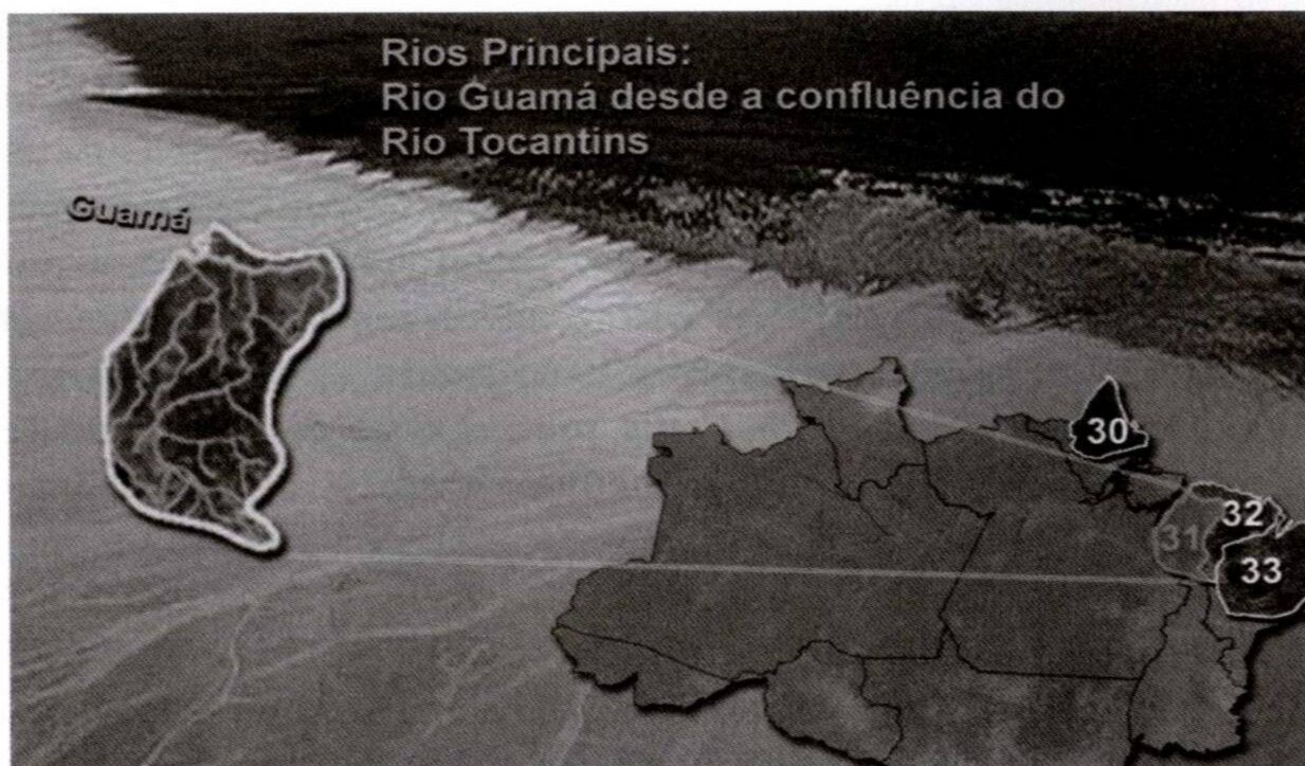


Figura 39 – Bacia do Atlântico Sul, trecho Norte, sub-bacia 31.

A sub-bacia 31, mostrada em destaque na figura 39, abrange uma área de drenagem entre a confluência do rio Tocantins, exclusive, e a confluência do rio Guamá, inclusive. Seus principais rios são o Água Azul, Guamá, Rato, Trapiche, Cafiteua, Igarapé da Prata, Capim, Apeu e Caraparu. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em vinte e oito diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 3.170 mm e 1.588 mm. A média entre dezoito pontos com séries acima de 15 anos foi de 2.394 mm. As medidas de descargas médias de longo período realizadas em duas seções próximas a foz em diferentes cursos registraram no rio Capim, em Badajós (1971/2002), 598 m³/s, e em Cachoeira Tracambeua (1982/2003), 141 m³/s.

A Sub-Bacia 32

A sub-bacia 32, mostrada em destaque na figura 40, abrange uma área de drenagem compreendida entre a confluência do rio Guamá, exclusive, e a foz do rio Pindaré, inclusive. Seus principais rios são o Peixe-Boi, Caeté, Piriá, Gurupi, Maracume, Turiaçu e Penicumã. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em trinta e dois diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 2.940 mm e 1.429 mm. A média entre vinte pontos com séries acima de 15 anos foi de 2.038 mm. As medidas de descarga média de longo período realizadas em seções instaladas em vários rios mostraram, no rio Caeté, em Nova Mocajuba (1964/2003), 41 m^3/s, no rio Gurupi, em Fazenda Rural Zebu (1981/2002), 977 m^3/s, no rio Maracume (1972/2003), 472 m^3/s, e no rio Turiaçu, em Alto Turi (1972/2003), 83,2 m^3/s.



Figura 40 Bacia do Atlântico Sul, trecho Norte, sub-bacia 32.

A Sub-Bacia 33

A sub-bacia 33, mostrada em destaque na figura 41, abrange uma área de drenagem compreendida entre a foz do rio Pindaré, inclusive, e a foz do rio Parnaíba, exclusive. Seus principais rios são o Pindaré, Mearim, Buriticupu, Zutiua, Corda, Flores, Munim, Iguara, Preto, Itapecuru, Pirapemas, Codozinho, Grajaú, Alpercatas e Santana. Medidas de precipitação realizadas em distintos períodos e em quarenta e nove diferentes pontos da bacia apresentaram totais médios anuais variando entre 1.983 mm e 989 mm. A média entre vinte eseis pontos com séries acima de 20 anos foi de 1.493 mm. As medidas de descarga média de longo período realizadas em três seções em cursos distintos apresentaram, no rio Itapecuru, em Catanhede (1968/2003), 249 m^3/s, no rio Munim, em Nina Rodrigues (1963/2003), 112 m^3/s, e no rio Mearim, em Pedreiras (1984/2003), 95 m^3/s.



Figura 41 Bacia do Atlântico Sul, trecho Norte, sub-bacia 33.

CONCLUSÃO

A Bacia Amazônica com suas inestimáveis riquezas naturais ainda singularmente preservadas representa uma das últimas fronteiras continentais impostas à desordenada ocupação humana. Todavia, a forte pressão antrópica hoje exercida sobre esse frágil e valioso ambiente deve merecer especial atenção das autoridades civis no sentido de buscar-se um novo paradigma que sirva de ferramenta indispensável ao desenvolvimento dessa imensa região, permitindo sua desejada sustentabilidade. A água, fonte e sustentação da vida, desempenha papel primordial no equilíbrio desse sistema, e a sua abundância relativa não deve ser motivo de despreocupação ou descaso.

REFERÊNCIAS

BORGHETTI, N. R. B.; Borghetti, J. R.; Rosa F°, E. F. da . 2004, Aqüífero Guarani, Ed Globo, Rio de Janeiro/RJ, 214p.

FREITAS, M. A. V., Gestão de Recursos Hídricos da Bacia Amazônica. Manaus/AM, ANA, agosto de 2003b, CD-ROM (apud Masson, 2005)

DNAEE/DCRH – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica/ Divisão de Controle de Recursos Hídricos, 1979, Inventário das Estações Fluviométricas, Ed Gráfica Brasiliana Ltda., Brasília/DF, 214p.

MASSON, Christine G. M. J., 2005. Subsídios para uma Gestão dos Recursos Hídricos na Amazônia: Estudo de Caso da Bacia do Rio Madeira. Tese de Mestrado, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 258p.

RAUDKIVI, A. J., 1979. Hydrology: An advanced introduction to hydrological processes and modelling. Ed by Pergamon Press, London/UK, 479p.

Revista Pesquisa FAPESP, maio, 2000, n°53, p 20-27. Artigo: A Terra Inquieta, entrevista a Ulisses Capozoli, de Marcelo Sousa de Assumpção.

TUNDISI, J. G.; Tundisi, M. T.; Rocha, O. 2002. Ecossistemas de Águas Interiores. In: Águas Doces no Brasil – Capital Ecológico, Uso e Conservação, 2ª edição, Ed Escrituras, São Paulo/SP, pág 153 – 170.

UNESCO, 1978. In: World Water Balance and Water Resources of the Earth. By UNESCO Press, Paris, 663p.

Endereços de sites da Rede Internacional (internet)

http://br.geocities.com/mrpage2001/menu.html

http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/2454

http://domingos.home.sapo.pt/tect_placas_1.html

http://geocities.yahoo.com.br/sousaraujo/1_ano/pangeia.htm

http://pessoal.educacional.com.br/up/4770001/1306260/t1315.asp

http://www.amazonialegal.com.br/textos/Solos.htm

Amazônia seus Solos e Outros Recursos Naturais (1987) Editora Agronômica Ceres Ltda.

Rua: Martin Fco. 4141226, São Paulo – S.P - Autores: Lucio Salgado Vieira e Paulo Cezar Tadeu C. dos Santos

http://www.amazonialegal.com.br/textos/rios/Rios_Igarapes.htm

http://www.amazonialegal.com.br/textos/Grande_Floresta.htm

http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/doce/index.html&conteudo=./agua/doce/bacias.html

http://www.ana.gov.br

http://www.ana.gov.br/gestaoRecHidricos/InfoHidrologicas/projetos_redeHidro2.asp

http://www.ana.gov.br/hibam/areaestudo.asp

http://www.ana.gov.br/mapainicial/pgMapaA.asp

http://www.brasilchannel.com.br/brasil.asp

http://www.brcactaceae.org/hidrografia.html

http://www.cwb.matrix.com.br/sensus/Manaus.htm

http://www.frigoletto.com.br/GeoFis/Amazonia/regimehidro.htm

http://www.geobrasil2001.hpg.ig.com.br/grupo05/hidrografia_do_brasil.htm

Enciclopédia Barsa.

Enciclopédia Didática de Informação e Pesquisa Educacional.

COELHO, Marcos A.. Geografia do Brasil. 4ª edição. São Paulo, Editora Moderna, 1996, p. 99, 101, 103, 104, 105, 106, 107.

http://www.libreria.com.br/artigos/artigo.php?cat=Geografia&id=17

http://www.sbgeo.org.br/cartilha.htm

http://www.sergiosakall.com.br/americano/materia_brasilmanaus.html

http://www.suapesquisa.com/geografia/rios.htm

http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/baciaamazonica.htm

http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/bacianordeste.htm

http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/detrioaraguaia.htm

http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/detriobranco.htm

http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/detriosolimoes.htm

http://www.transportes.gov.br/bit/hidro/detrionegro.htm

http://www.transportes.gov.br/Modal/Hidroviario/ESTATISTICA/HMadeira.htm

http://www.tropicologia.org.br

Amazonia.org.Br (Artigo: O Brasil não precisa de Belo Monte. Por Célio Bermann em 10/04/2002)

http://www.vol.eti.br/geo/HidrografiaBra.asp

http://www.webciencia.com/17_intro.htm

http://www.webciencia.com/17_intro.htm

APÊNDICE 01

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS DA ÁGUA

1. A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos.
2. A água é a seiva do nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida e de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela não poderíamos conceber como são a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. O direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado no Art. 30 de Declaração Universal dos Direitos Humanos.
3. Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo a água deve ser manipulada com racionalidade, preocupação e parcimônia.
4. O equilíbrio e o futuro de nosso planeta dependem da preservação da água e dos seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente, para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos por onde os ciclos começam.
5. A água não é somente uma herança dos nossos predecessores, ela é sobretudo um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do Homem para as gerações presentes e futuras.
6. A água não é uma doação gratuita da natureza, ela tem um valor econômico: é preciso saber que ela é, algumas

vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.

7. A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento, para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração de qualidade das reservas atualmente disponíveis.
8. A utilização da água implica o respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo o homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo Homem nem pelo Estado.
9. A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.
10. O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

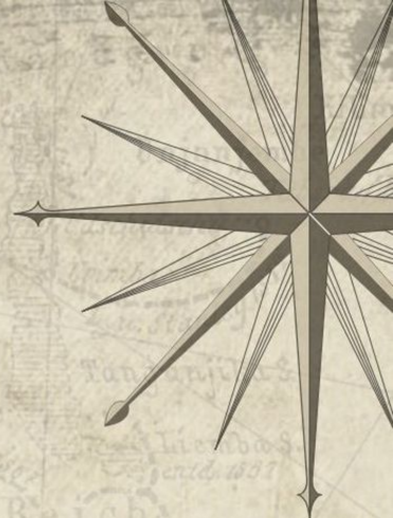
http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=declaracao.htm

CULTURA
Secretaria de Estado





AMAZONAS
GOVERNO DO ESTADO



Comunicado

As imagens, textos e obras disponibilizadas pelo Centro de Documentação e Memória da Amazônia estão na maioria em domínio público ou possuem termo de cessão para publicação da versão digitais produzida pela Secretaria de Cultura.

Se porventura, você identificar alguma obra que não esteja de acordo com a Lei de Direitos Autorais (lei 9.610/98), entre em contato conosco para que possamos identificar e proceder com regularização.

O objetivo da Biblioteca da Amazônia na disponibilização das versões digitais é a preservação da memória e difusão da cultura do Amazonas e região norte do Brasil, sem prejudicar os direitos patrimoniais do autor, herdeiros ou quem possuir o direito de uso.

O uso destes documentos digitais, digitalizados ou nascidos digitais são apenas para fins pessoais (privado), sendo vetada a sua venda, edição ou cópia não autorizada.

Lembramos, que esses materiais podem ser encontrados nos acervos do Sistema de Bibliotecas Públicas da Secretaria de Cultura e Economia Criativa e seus parceiros.



ACERVOS DIGITAIS

https://beacons.ai/cdmam_sec

FALE CONOSCO

(92) 3090-6804

cdmam@cultura.am.gov.br

acervodigitalsec@gmail.com

Secretaria de Cultura e Economia Criativa



CENTRO DE DOCUMENTAÇÃO E MEMÓRIA DA AMAZÔNIA - CDMAM



CENTRO CULTURAL DOS POVOS DA AMAZÔNIA

